

自然科学知识丛书

天文200问

自然科学知识丛书

天 文 200 问

张明昌 周洪楠 苗永宽

陕西科学技术出版社

自然科学知识丛书
天 文 200 问
张明昌 周洪楠 苗永宽
陕西科学技术出版社出版
(西安北大街 131 号)
陕西省新华书店发行 国营五二三厂印刷
开本 787×1092 1/32 印张 8 字数 122,000
1983 年 7 月第 1 版 1983 年 7 月第 1 次印刷
印数 1—13,000
统一书号：13202·42 定价：0.73元

出版说明

实现四个现代化是我国现阶段的中心任务。广大工农兵、青年、干部，迫切需要自然科学方面的普及读物。为满足这种需要，我们编辑一套《自然科学知识丛书》，陆续出版。

这套丛书，力求用辩证唯物主义和历史唯物主义观点，通俗地介绍数学、物理、化学、天文、地理、生物等方面的基础知识和有关新兴科学知识。由于我们水平有限，经验不足，难免有些缺点、错误，希望广大读者批评指正。

目　录

1. 什么是天文学

说起天文，不少人或多或少总有些神秘感，觉得它深奥莫测。其实，它与物理、化学、地理等一样，也是一门十分有趣的基础科学，我们每个人天天都在与它打交道哩。

简单说来，天文学研究的就是天上的一切：太阳、月亮、星星、银河……。不过美丽的云彩，疾驰的飞机虽也在“天”上，但它们不是天体，也不属天文研究的范围，因为除了陨石外，天体都远在地球大气之外，最近的月亮也有38万公里之遥。

天文学是一门古老的学科。自人类诞生之日就沐浴着温暖的阳光。目睹着日、月、星辰的东升西落，感受到昼夜交替，四季循环的变化，因此人们很早就开始了天文研究。巴比伦的泥碑，埃及的金字塔，玛雅人的古天文台，中国丰富的天象记录，都在人类文明史上占有显著的地位。但是在科学不发达的古代，天文学也常与封建迷信的“占星术”混淆在一起，因而带有浓厚的神秘色彩。

天文学是一门研究天体的位置、分布、运动、形态、结构、化学组成、物理状态和演化的学科。一般分为天体测量学、天体力学、天体物理学、射电天文

学、恒星天文学和天体演化学等。随着新的科学技术的发展和应用，近年来又出现了许多新的分支，如：红外天文学、紫外天文学、X射线天文学、γ射线天文学和中微子天文学等等。

我国是天文学发展最早的国家之一。日食、月食、太阳黑子、彗星、流星雨和新星等天文现象的记录都以我国为最早，最丰富。解放后，我国的天文事业有了很大的发展。目前，我国广大天文工作者正在努力探索和认识新的宇宙奥秘，为人类造福。

古老的天文学对科学技术的发展起了巨大的推动作用。至今，它仍是人类认识和改造自然的有力工具，它仍生机勃勃地活跃在自然科学的最前沿。

2. 研究天文学有什么用

几乎从原始社会开始，天文学就在为人类的生产和生活服务了。恩格斯在《自然辩证法》中指出："首先是天文学——游牧民族和农业民族为了定季节，就已经绝对需要它。"在我国，三千多年前就利用"大火"(一颗叫"心宿二"的恒星，位于天蝎座)在傍晚出现在东方地平的时间来决定耕种时节；在古埃及，人们利用天狼星升起的时间来预报尼罗河泛滥的日期。

现代天文学更是人们生产、科研和日常生活不可缺少的部分。专门测定天体精确位置的天体测量学及运用力学定律研究天体的运动和形状的天体力学不仅给出了精确的时间记录，还编制了各种历表，它们所担负的编历、授时、测定地理坐标、航海和航空中的天文导航等都说明了天文学的实际应用。目前，我国的测时和编历工作都已达到世界先进水平。在人造卫星上天后，天文学与日地关系、星际航行、国防科研等更紧密联系起来。

利用天文知识准确预报日、月食和彗星出没等奇异天象，又是破除封建迷信的有力武器。

天体物理学的用途就更加广泛。宇宙中各种神奇的天体有着迄今无法得到的极端条件：超高温、超高压、超真空、极低温、极大的速度、巨大的磁场、惊人的能量、无法想像的高密度……，在一些天体上很可能有新的物质形态，新的性质和规律，通过对它们的研究可有力地推动科学技术的发展。广义相对论的实验证据也来自天文学。工业上有广泛用途的氦，最早是在太阳中发现的，原子能的利用也启迪于太阳能源的探索。而太阳活动更直接影响到人类的通讯联系、大气环流、雨量变化甚至植物生长等等。

天文学对哲学，对人类的自然观也产生过巨大的

影响。十六世纪，哥白尼的日心说使科学从神学中解放了出来，而十八世纪的康德—拉普拉斯太阳系起源星云说，又从根本上动摇了当时统治着欧洲的形而上学自然观。现代天文学的每一成就，都将为丰富和发展辩证法作出新的贡献。

正因为如此，世界上所有科学技术比较发达的先进国家，每年都无不投以巨资来从事天文研究，探索宇宙的奥秘，造福于人类。

3. 天文与气象是一回事吗

自古以来，人们常常把天文和气象混为一谈，直至今天，还不时有人打电话到天文台去问："明天有没有雨？"之类的问题。

其实，天文和气象就象物理和化学一样，是两门不同的但又相互渗透的学科。简单说来，气象学研究的是风云变幻的各种大气现象：风雨雷电、大气环流、灾害性气候等，它们都发生在离地面不过几公里到几十公里的高度；而天文学研究的天体一般都远在大气层以外，最近的月球离我们也有相当于绕地球九圈半的路程！由此可知，天文、气象研究的对象是不同的。

然而，世界上的事情总不是绝对的。天文和气象也

决不能永远不发生关系。天文观测常需要好天气，历史上也不乏因天气不佳而使天文学家几年心血付之东流的例子。1980年春节日全食时，云南天文台的观测点就在最关键的几分钟内，被一小朵白云挡住了日轮，急得大家直跺脚，哭笑不得；天文上研究的流星现象也发生在大气层中，而且，随着科学的不断发展，许多学科正在互相交叉、渗透、结缘。正如产生了“物理化学”一样，近年来正在出现一门崭新的学科——“天文气象学”。因为人们逐步发现，太阳的黑子活动周期对于地球的大气环流、降雨量都有某种复杂的影响；日、月、行星的位置也会使大气产生不同的潮汐。人类进入宇宙空间后，对太阳系内其他行星的了解已超过了过去几百年的研究成果，因而也有一些天文学家开始研究起“行星气候学”来了。总之，天文和气象慢慢地正在发生一些“姻缘关系”。

但是，无论从研究对象，还是研究方法和实际用途来看，天文和气象总是各不相同的学科，决不能混为一谈。

4，为什么要研究天文学史

天文学史实质上是人类认识宇宙的历史，它研究天文学产生和发展的规律，是天文学的一个分支。在

我国，研究天文学史有悠久的传统，历代著名的天文学家都对此花了不少心血，为我们留下了大量的珍贵资料。解放后，我国已形成了一支专业的天文学史队伍，使中国天文学史的研究取得了很大的成就，引起了世界各国的重视。

研究天文学史有什么意义呢？归结起来有以下几点：

（1）天文学史的研究可以提供人类思维发展的一些具体规律，丰富马列主义认识论，有助于人们掌握正确的宇宙观和方法论，以便更正确、更深刻地认识宇宙；

（2）天文学史所探明的规律对今后天文学的发展具有重大的意义，它能提供重要的历史信息。有些问题，如太阳黑子的活动、超新星爆发、地球自转速度的变化等，需要长期的观测资料，这非得依靠研究天文学史不可；

（3）天文学史的研究成果丰富了人类文化史的内容，特别是由于时间的量度是由天体的运动决定的。所以，往往可以用天文的方法来考证古代事件的确切时间，如武王伐纣、屈原诞生的年月等等。

（4）天文学史的研究还有助于破除迷信，宣传辩证唯物主义，在促进各国之间科学的相互交流、取

长补短等方面都有重大的作用。总之，天文学史的研究可有力地推动天文事业的发展。

5. 我国古人是怎样想象“天”和“地”的

中国古代对于天地结构的看法流传有三家不同的学说：

（1）盖天说：古人从直观出发，认为“天圆如张盖，地方如棋局”，认为大地像一个大的棋盘，是每边长81万里的正方形，而天就像一只倒扣的碗或锅合在地上，日、月、星辰在上面绕地旋转不止。

后来，这种朴素的“天圆地方”说又改为大地也是一个拱形，即天穹如一个大斗笠，中央的大地则如一个倒扣着的碗，北极是天的最高点，由此向四周下垂。天穹上日、月、星辰交替出没，形成昼夜和四季。

（2）浑天说：汉代大天文学家张衡曾把这个学说作了充分的概括，认为“浑天如鸡子。天体圆如弹丸，地如鸡中黄，孤居于内，天大而地小……，天之包地，犹壳之裹黄，天地各乘气而立，载水而浮”。认识到大地是悬于宇宙中的圆球，这无疑比盖天说是一个大的进步，但是它把地球当作宇宙的中心是不对的。

（3）宣夜说：这是一个包含着宇宙无限概念的古代学说，但因受到封建统治阶级的鄙弃未得广泛流

传和发展。它否定了有形质的天，认为天际"高远无极"。而"日月众星自然浮生，虚空之中，其行其止，皆须气焉"。即是说，所有天体都在一种无所不在的"气"中运动，它们各有自己不同的规律和特点。但是限于当时的生产水平，宣夜说没能找出这种规律来。

6。什么是"地心说"

古代西方也有不少人在苦苦思索着宇宙的结构。最早是亚里斯多德提出的"地球中心说"（公元前四世纪）；后来另一个古希腊学者阿波隆努斯提出了一种均轮、本轮的偏心圆模型来说明行星的视运动。直到公元 130 年，亚历山大城的天文学家托勒密正式总结了一套完整的"地心说"。它的主要内容有以下几点：（1）地球位于宇宙中心，始终静止不动，日、月、星辰都在绕地球转动；（2）每个行星及月亮都在一个个小圆圈上匀速运动（本轮），而本轮的中心又在一个绕地球的称为"均轮"的大圆上匀速运动，而且地球处于稍偏均轮中心的地方；（3）宇宙依次分为九层：月球、水星、金星、太阳、火星、木星、土星、恒星、原动力天层（图 1）。

托勒密还规定了各个均轮、本轮的半径比率、运动

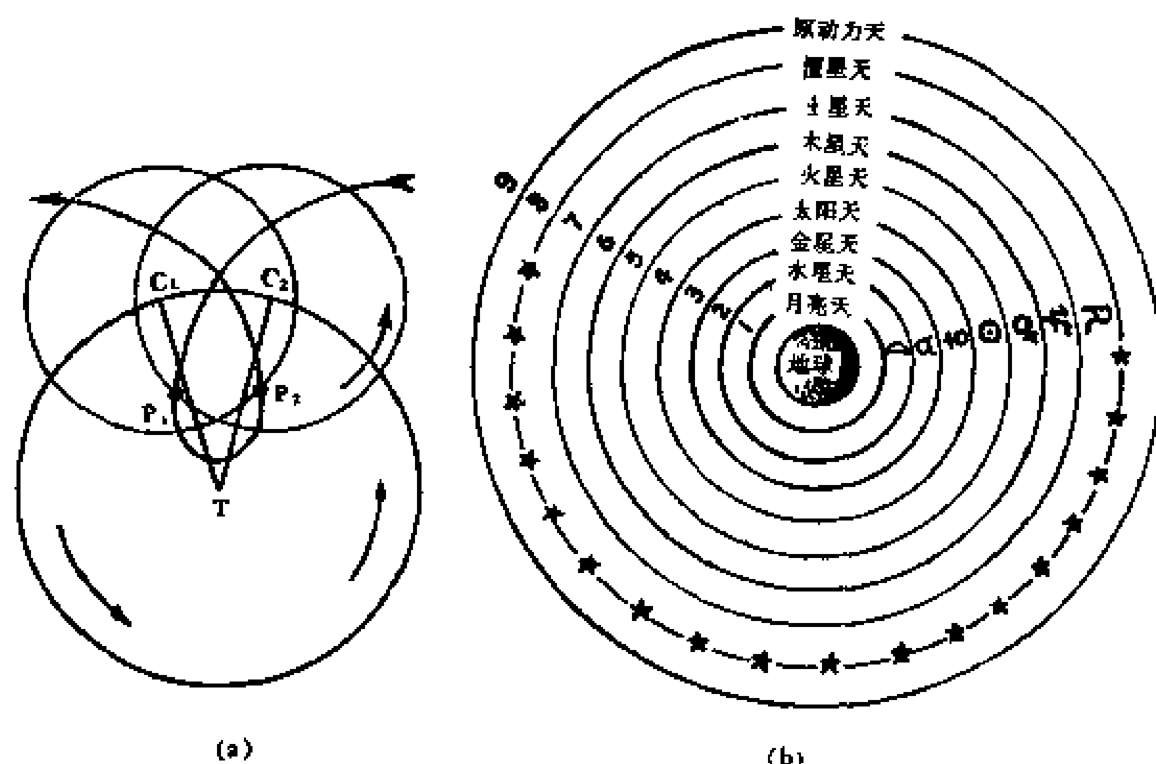


图1　托勒密的地心系

(a)　本轮，均轮系统，T为均轮中心 c_1、c_2 分别为行星 p_1、p_2的均轮中心粗线为行星运动视轨迹

(b) 地心系统的九重天

速度及本轮、均轮平面的交角。因此在当时精密度要求不高的条件下，能满意地解释行星运动，对预报行星的位置起过一定的进步作用。可是后来，这种“地心说”为反动宗教所阉割和利用，把它作为上帝创造世界的“理论依据”，还以此来迫害“异端”，使科学事业的发展长期受到了严重的压抑，不少著名科学家如哥白尼、布鲁诺、伽利略等，也受到了残酷的迫害。经过许多天文工作者的辛勤劳动和顽强斗争，地心说最后彻底破灭了，天文学如同其他科学一样，终于

冲出了神学的牢笼。

7. 什么是“日心说”

与地心说相对立，“日心说”认为太阳是宇宙的中心，地球和其他行星一样，都在绕太阳转动，故又称“日心地动说”。这个朴素的概念，我国汉代也有人提出过。西方最早的是古希腊学者阿里斯塔恰斯，他曾测出太阳比月亮大 18～20 倍(实际应为 389 倍)，并因此推测宇宙的中心应该是太阳。

作为科学的完整的“日心说”，则是到十六世纪才由波兰天文学家哥白尼临终前提出，他的观点都写在一本 1543 年出版的《天体运行论》中。这个学说的主要观点是：（1）地球和其他行星（当初只知道水、金、火、木、土）一样，都在绕太阳作匀速圆周运动的公转；（2）月球是地球的卫星，地球每天自转一周，因而造成日、月、星辰东升西落的周日运动；（3）恒星离太阳的距离十分遥远（图 2）。

哥白尼的日心说对科学的发展起过巨大的推动作用，使科学从神学中解放了出来。但限于当时历史条件，哥白尼的日心说还有一些缺点：把宇宙当作有限的；太阳作为中心；保留了圆形轨道及均轮、本轮系统。

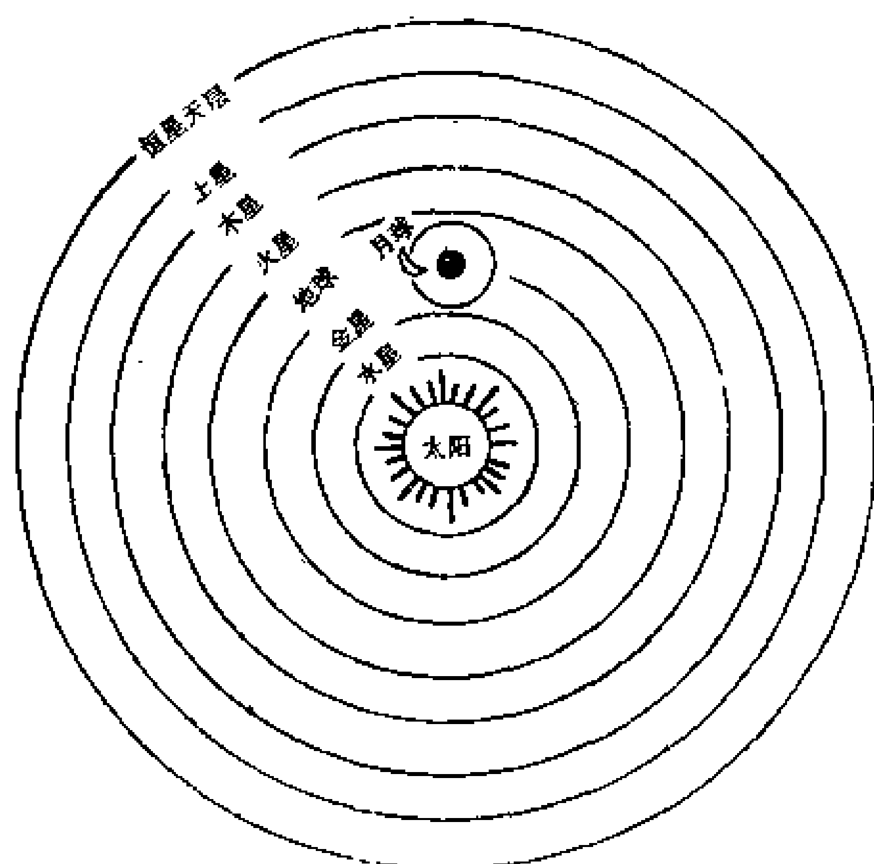


图 2　哥白尼的日心体系

在科学发展史上，日心说和地心说斗争了几百年，直至十九世纪，测出了恒星视差和用天体力学规律计算发现了海王星后，“日心说”才彻底战胜了地心说。

8. 哥白尼有什么伟大功绩

哥白尼是中世纪最著名、最伟大的天文学家。他于 1473 年 2 月 19 日诞生于波兰维斯杜拉河畔的托伦城。那是一个动荡的、革命的时代。但是，当时的科学却仍被封建教会禁锢着。僧侣们以“圣经”摧残科

学，迫害“异端”，严重压抑了生产的发展。因此，恩格斯曾称这“是一个需要巨人而且产生了巨人”的时代。哥白尼就是这样一个巨人。

哥白尼热爱祖国，曾领导过家乡人民抗击条顿侵略的正义战争，提出过货币改革的理论和计划，设计了自来水系统，经常行医施善，解除人民的疾病痛苦；在数学上发展了球面三角学……。但哥白尼最重大的贡献是创立了科学的“日心体系”，破除了统治欧洲一千多年的“地心学说”，“从此自然科学便开始从神学中解放出来”，并开始“大踏步前进”。

哥白尼为了创建、校核、修订他的学说，贡献了他毕生的精力，花了“将近四个九年的时间”，以致到《天体运行论》正式出版并且书送到他病榻时，他已奄奄一息接近临终了。

哥白尼学说开创了天文学的新纪元，它是人类对天体认识史上的一个里程碑，永远值得人们敬仰和怀念。

9．我国古代有哪几位最著名的天文学家

我国是世界上著名的文明古国。中国古代天文学在世界上占有重要地位，许多宝贵的资料至今还有重大的科学价值。在漫长的岁月中，勤劳智慧的中国人

民孕育并造就了不少杰出的天文学家，其中最著名的有以下四位：

第一位是东汉时期的大天文学家张衡（公元78～139年）。他创立和发展了“天体圆如弹丸，地如鸡中黄”的“浑天说”，提出了宇宙无限的朴素唯物主义观点，探讨了天地起源和演化问题，指出了月食的原因，还从长期的观测中测出了比较准确的太阳与月亮的角直径；甚至还对人类将来去星际旅行作了科学的想像。张衡还设计制造了许多构思精巧的科学仪器，如候风地动仪是世界上第一台地震仪。浑象则可以在屋内演示星辰的周日运动情况。张衡在反对当时的迷信“图谶（chèn）”斗争中旗帜鲜明，十分坚决，使中国天文史上唯物论对唯心论的斗争取得了一次重大的胜利。

张衡不仅是一个伟大的天文学家，也是有很深造诣的画家、文学家，非常博学多才。因此，郭沫若在1956年为他题了这样的墓碑：“如此全面发展之人物，在世界史中亦所罕见。万祀千龄，令人景仰。”与他的成就相比，这是很恰当的评价。

第二位是南北朝的数学家和天文学家祖冲之（公元429～500年）。他在数学上求出了较准确的圆周率 $3.1415926<\pi<3.1415927$，还推出了求球体体积

的公式。在天文上，他是最早把“岁差”引进历法的天文学家，因此他编制的“大明历”是古代最好的历法之一。“大明历”把一年定为365.2428日，一月（交点月）取为27.21223日，都与近代所用的值十分相近。他算出的几个大行星的会合周期也很准确，得出木星的公转周期11.858年与现代测定的11.862年也非常相近。另外，他还精通机械、音乐，为人民创造了不少有用的机械，如水碓磨（一种利用水力加工粮食的工具）、指南车、千里船及计时仪等等。

第三位是唐代的高僧一行，本名张遂（公元683～727年）。他的主要成就是编制了“大衍历”。这种大衍历比较合理地描述了太阳的周年活动，准确定出了24节气，对日、月食和五星运动的不均匀性也作了较好的改进。他的计算方法也推动了数学的发展。同时，他还与梁令瓒一起设计制造了黄道游仪、水运浑仪等天文仪器。一行还有一个大贡献是主持了大规模的全国天文测量，第一次求出了地球子午线的长度。

第四位卓越的天文家是郭守敬（公元1231～1316年）。他为了制订更好的“授时历”制造了简仪、圭表等十多种较精密的天文仪器，在博取众长及实际观测的基础上，他编的“授时历”是古代最精良的历

法。还重新测定了黄赤交角，他得到的值与今天准确值仅差1.4角分。

为了纪念中国这四位伟大的天文学家，天上有四颗小行星就以这四个人的名字命名。月球背面也有三座环形山分别取名为张衡山、祖冲之山、郭守敬山。

10．我国现存多少古代天文仪器

几千年来，我国古代劳动人民和科学家创造了许多构思巧妙、精密实用的天文仪器。但由于年久失修、战争破坏、外敌掠夺以及保护不善等原因，现存的古代天文仪器已不很多（有些还是仿制品），它们主要有：

圭表：这是我国最古老、最简单的天文仪器之一。它由直立在平地上的标竿（叫做表）和正南北方向平放的尺（叫做圭）两部分组成。用以度量正午时表影的长度以定出节气和一回归年的长度，现保存在紫金山天文台。

日晷：这是古人利用一根表（垂直竖起的标竿）投出的日影方向和长度测定时间（真太阳时）的仪器，今北京故宫等处还保存有一些清代制作的石质赤道日晷。

漏壶：古代一种用滴水来计时的仪器。现在北京

中国历史博物馆内保存有一套元代制作的漏壶，而在北京博物馆内存有一套清代制作的大型漏壶。

古代还有许多用以观测天象、测定天体位置、测定时间、北极高度等的仪器，现存在南京紫金山天文台的有：浑仪、浑象、简仪、圭表、小地平经纬仪、折半天体仪等七件；现存于北京古观象台的有：天体仪、赤道经纬仪、黄道经纬仪、地平经仪、象限仪（地平纬仪）、纪限仪（距度仪）、地平经纬仪和玑衡抚辰仪（改进的浑仪）等八件。

11. 我国现存的最古老的天文台在哪里

在河南省登封县城东南15公里的告成镇北，座落着中国最古老的天文观测台，叫做登封观星台，又名登封测影台、元观星台、周公测景台。中国历代许多天文学家曾到这里进行过天文观测。现存的登封观星台创建于元朝初年，距今约700年。它不仅是我国现存的最早的天文台，也是世界上重要的天文古迹之一。登封观星台北壁有砖砌凹槽直壁以及由凹槽内向北平铺的石圭，可用来测量日影。从观星台的其他残迹看来，观星台还兼有观星和记时等多种功能。

在现今北京东城建国门立体交通陆桥的西南角还保存有一座北京古观象台，又称瞻象台。它创建于明代

正统年间（公元1436～1449年）。明清两代，北京古观象台属于钦天监。辛亥革命后，古观象台属于教育部，成为北洋政府时期的中央观象台。从明正统初年（1436年）起，到1929年止，北京古观象台连续观测近500年，创造了连续观测最久的世界纪录。清代制作的八件天文仪器（天体仪、赤道经纬仪、黄道经纬仪、地平经仪、象限仪、纪限仪、地平经纬仪和玑衡抚辰仪）无论在造型、花饰、工艺等方面都具有我国的传统特色。而在刻度、游表和结构等方面还吸取了西方的天文仪器的长处，成为东西方文化交流的历史见证。北京古观象台由于其建筑的精美完善和仪器的配套齐全，使其在国际上久负盛名。

12. 天文台应当建造在哪里

天文台是用来安装望远镜并进行观测的天文工作主要场所。因此通常要求天文台所处的地方，应是灯光不多，天空经常晴朗，大气稳定。这样，见到的星星就多些，拍的照片清晰。根据这两个要求，一般天文台都建造在远离城市的山上，这样既可以避免城市中的尘烟、水汽和灯光的干扰，同时又因为山上的空气比地面稀薄，较少扰动，对星像的影响也小得多。

但是，山再高大气扰动总不能完全消除，而且在太

高的山上修造天文台，会给运输、交通带来很多不便，故一般天文台所处的高度也不会太高。自从1957年第一颗人造地球卫星发射以来，人类进入了宇宙航行时代，天文学家们将许多天文仪器装到人造卫星上，让它飞到地球大气层外进行观测，甚至还专门发射了一些天文卫星——空中天文台，这样就完全避免了大气的干扰，取得了珍贵的观测资料。

13. 为什么天文台上有一个个"圆堡"

在晴朗的日子里，天文台的一个个银色"圆堡"在阳光照耀下闪闪发光，天文学家们把它称为"圆顶"。其实这是一些装置着天文望远镜的房子，它的屋顶是圆的，上面有一道长长的缝，利用机械或电力，可自由开关，这就是圆顶的"天窗"。为什么房顶要做成圆的呢？这是因为天空看起来象一个大碗，在我们上面覆盖着。为了让装在房子里的望远镜能观测到天空的每一个角落，圆形的房顶可以方便地任意转动，使望远镜对准所要观测的天体。而天窗是可以随意开关的，这样既方便观测又可以保护望远镜。

为什么圆顶都会闪闪发光呢？这是因为天文台的圆顶上都涂有一层银粉漆，这样可以反射阳光，防止昼夜温差太大，起着保护仪器的作用。

14. 我国目前有多少天文台站

我国目前的天文台有：南京紫金山天文台，上海天文台（包括徐家汇和佘山两部分）、北京天文台、云南昆明天文台、陕西天文台和台北圆山天文台。

观测站有：天津纬度观测站、广州人卫观测站、长春人卫观测站、新疆乌鲁木齐人卫观测站。

南京紫金山天文台是目前我国历史较久、规模较大的综合性天文台，它创建于1932年。在恒星、太阳、行星、空间技术、射电天文、实用天文、天体力学、人造卫星、编制年历及天文仪器等各方面都开展工作，具有较完备的仪器设备和精干的科技人员队伍。它在国际上也是久负盛名的天文台站之一。上海天文台主要以时间测定工作为主。北京天文台、云南天文台和陕西天文台都是解放后新建的天文台。

15. 望远镜是谁发明的

是谁发明了望远镜，直到现在还没有找到确切的答案。但可以肯定，不是荷兰人便是意大利人。因为这两个国家是最早能够磨制优质透明玻璃的国家。在1608年10月2日，一个荷兰的磨眼镜技师李波尔斯格向政府上交了两架能观看远处的仪器，但它并不是

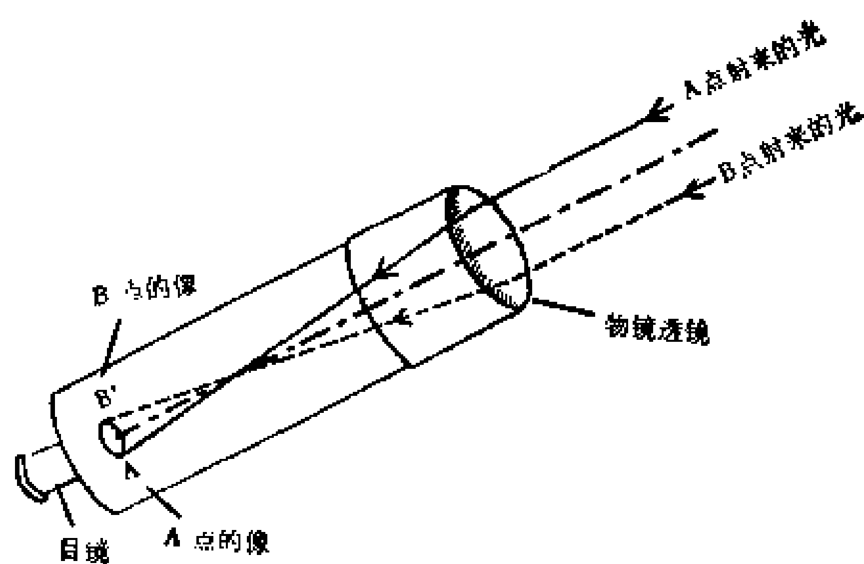
第一个。据说，1604 年荷兰另一个人曾仿照了意大利的望远镜造过一架；而这架意大利望远镜上刻的日期是 1590 年！

不过可以肯定地说，第一个使用望远镜进行天文观测、开创了天文学新时代的荣誉，应属于伟大的意大利科学家伽利略。1609 年，当伽利略听到李玻尔斯格制造望远镜的消息后，立即动手，独立地制造出了两架望远镜。1609 年底，他用它来观测天体，尽管这架望远镜很简陋，总共才放大 30 倍，但他却发现了木星的 4 个大卫星，月面上的山峦、金星的盈亏、太阳黑子、银河可以分解为点点繁星等等，他的功绩在天文学史上写下了光辉的篇章。

16．天文望远镜有几类

天文望远镜都是庞然大物。现代天文望远镜种类和式样甚多，但从原理而言，大致可归纳为三大类：

第一类折射望远镜是最早发展起来的型式。它的前端是以一个或一组凸透镜作为物镜，后面则是目镜。这种望远镜焦距较长，所以最适合于天体测量工作。由于很难制造巨大的高质量光学玻璃，对磨制要求得极高，加上成本昂贵，故目前最大的一架口径只 1.02 米，安装在美国叶凯士天文台〔图 3（b）〕。

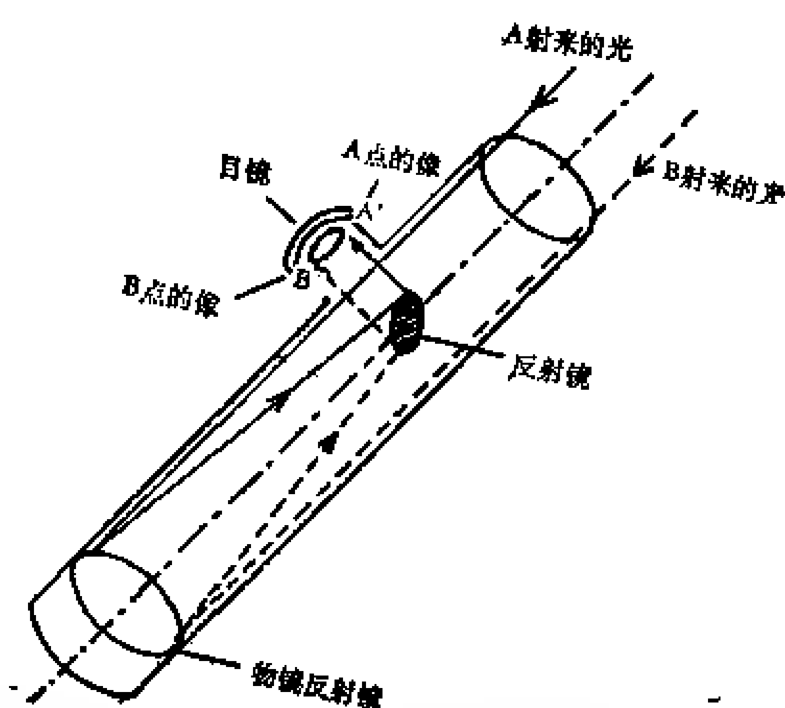


(a) 折射望远镜的光路图

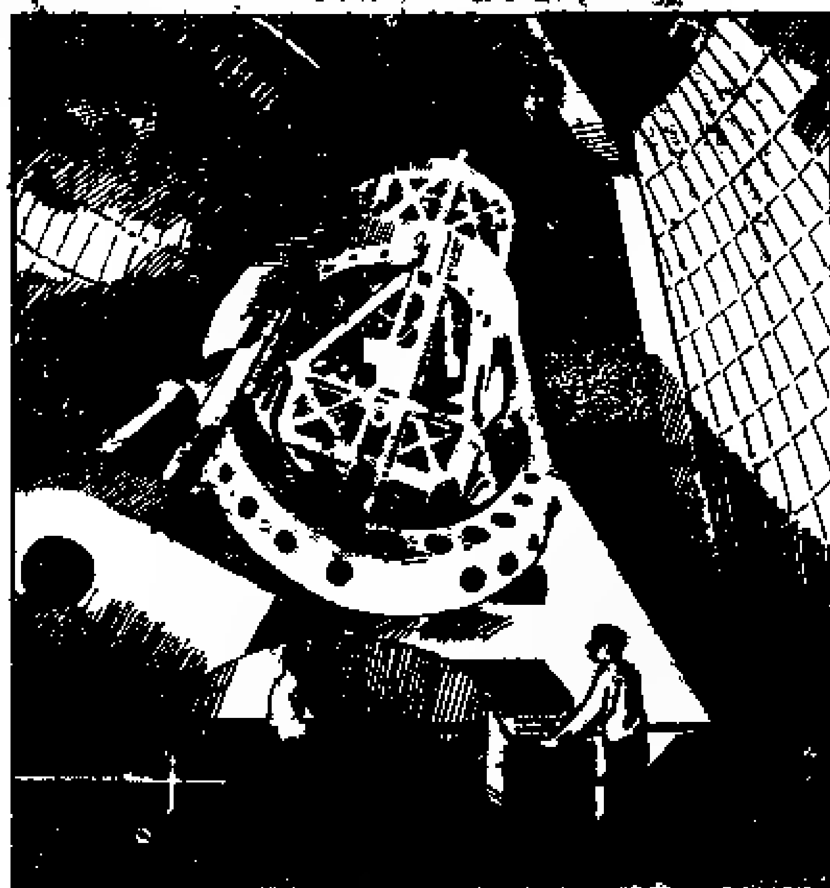


(b) 安装在美国叶凯士天文台的世界上最大的折射望远镜

图 3



(a) 反射望远镜光路图



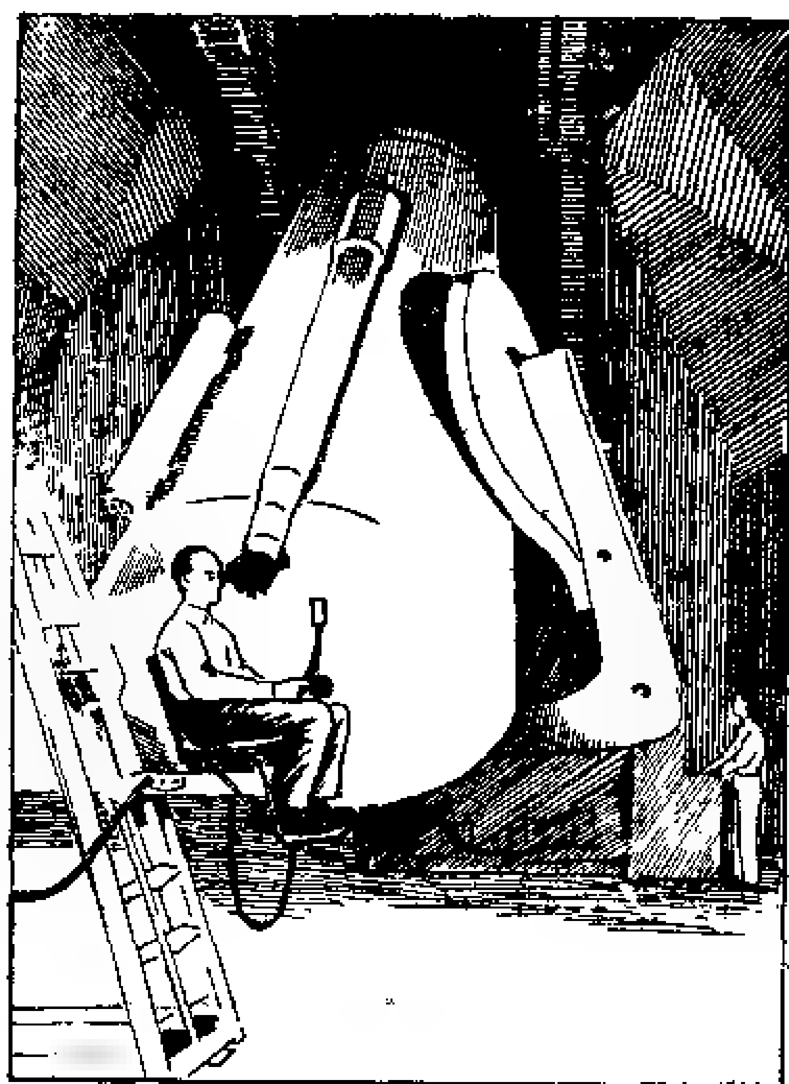
(b) 安装在美国帕洛玛天文台的口径 5.08 米的反射望远镜

图 6

第二类反射望远镜常常是个“矮胖子”，用作物镜的是普通玻璃（最早使用金属），上面镀一层薄薄铝层即可。它的突出优点是没有色差，所成的星像没有讨厌的彩色晕圈，因此是天体物理学家的好朋友，它们制作方便，成本也低，本世纪初已造成了直径为200 英寸（5.08 米）的大望远镜〔图 4（b）〕。目前最大的一台直径达 6 米，安装在苏联高加索山上。

还有一种叫折反射望远镜。它是综合了前两类的长处而诞生的，在反射镜前面加一块形状比较特殊的“改正透镜”。它因视野开阔、光力强、像差小，因而最适合用来研究月球、行星、彗星、星云等有视面的天体。但因为改正透镜要求很高，不易磨制，故最大的一架不过是 130～200 厘米(改正透镜直径为 1.3 米，反射镜直径 2 米）〔图 5〕。

由于现代科学技术的发展，特别是电子计算机的日益完善，目前有些天文学家主张制造“组合式”的望远镜，并称它为“第二代望远镜”，它是好几块大镜头拼在一起，通过电子计算机调制成像，这样降低了成本，又可增加口径。第一架这种多镜面望远镜已于 1979 年开始在美国霍普金斯山投入使用，它是由排成六角形的六块直径为 1.8 米的反射镜组成的，其合成后的效果相当于一架直径为 4.5 米反射镜。



施密特望远镜

图 5

17. 望远镜中看到的像是倒像吗

在肉眼看来，天上的三千多颗星星几乎都是一个样子，而且看的时间长了，眼睛就会发酸，甚至模糊起来。而用望远镜来看天上的星，情况就完全不同了，不仅能看到成千上万颗原来看不见的星星，而且还能看到行星的圆面、土星的光环、木星上的大红斑、

火星上的“运河”，月面上的环形山等等。但是，在不少天文望远镜中，所看到的星星和月亮的像都是倒的。这是为什么呢？

原来，折射望远镜的物镜安装在望远镜对向天空的一端；另一端是一组小凸透镜——目镜。天体射来的光线经过物镜折射成像。我们通过目镜就可以看到天体的像〔如图3(a)所示〕。天体上A点射来的光经透镜后成像在A′点，而B点的光经透镜折射后成像在B′点。这个像与真实天体是上下颠倒的。

反射望远镜的物镜是凹镜，天体射来的光经反光镜反射后成像在物镜前面，再射到目镜处〔如图4(a)〕便是正像，与实物的图像相同。

18. 最大的天文望远镜有多大

我们人眼是非常灵敏的接收器官，但即使在理想的观测条件下，一般也只能看到六等星，比它更暗弱的星（星等数字更大），就视而不见了。“欲穷千里目”，全靠望远镜。

十八世纪时，英国著名天文学家威廉·赫歇尔磨制了一架口径122厘米的反射望远镜，它长达12米，人称为“巨炮”，可是到1845年时，英国又有人造出了一架口径184厘米，镜筒长17米的大望远镜，

这架望远镜的镜头有3.6吨重，对于这个象排球场那样长的大望远镜，人们惊愕地称它为“列维亚森”——一种神话传说中的巨大的怪物。

到了二十世纪，美国有个天文学家海耳，他说服了一个名叫胡克的资本家，由他出钱建造直径100英寸（2.54米）的大望远镜，由于第一次世界大战的耽搁，这架重达90吨的胡克大望远镜直到1917年11月才正式投入使用。

1925年，57岁的海耳雄心不减当年，决心筹建更大的200英寸（508厘米）的望远镜。从1928年开始设计，一直到海耳本人逝世后十年——1948年，才正式在美国帕洛玛山天文台落成使用。

制造200英寸望远镜的一块大玻璃重达20吨，仅冷却它便花了足足十个月的时间，为了运送这块玻璃坯，特地开辟了一条避开桥梁、隧道的铁路专线，还专门设计、制订了特殊的运输工序，规定晓行夜宿，火车时速不得超过40公里！

为了把玻璃磨制成形，仅研磨的磨料就花去了31吨之多，而磨掉的玻璃屑也足有5吨——一辆解放牌汽车还装不了呢！望远镜的镜筒重达140吨，而整个望远镜的可动部分竟重达530吨！它安装在巨大的圆形铁轨上〔图4(b)〕。

这架508厘米的望远镜威力十分巨大，用肉眼可以从中窥见21等的暗星；用于照像，则可拍到23.1等的星，这种星的亮度相当于260,000公里外的一支蜡烛光。

1976年苏联建成了口径为6米的大望远镜，它的总重已达近千吨。虽然它是目前世界之冠，但因为先天不足，设计不佳，使用不久就发生了因自重引起的塌陷，致使它的重要性大为降低，至今在天文界没有作出什么大的贡献。

19. 什么是射电望远镜

带有玻璃和金属镜头能观测可见光的望远镜都属于光学望远镜。本世纪四十年代，人们又发明了一种新型望远镜，它与光学望远镜大不相同。它没有“镜头”，象一架雷达，接收天体的无线电辐射。一般由天线、接收机、校准源和记录系统等组成的。

天线系统的作用类似于望远镜的物镜，用以收集来自天体的无线电波。天线的形状多种多样，有菱形、螺旋形、喇叭形等等，而应用最多的是抛物面天线。

接收机系统的作用是在预定的频率范围内，把天线接收到的微弱宇宙讯号，从强大的噪声中挑选出来，

而后放大到足够的功率，以便记录，显示出来。

校准源用以度量接收到的宇宙讯号的大小。

记录设备一般采用自动电位差记录或用电子计算机自动处理接收到的信息和数据。

射电望远镜突出的优点是不管刮风下雨，无论白昼黑夜都能进行科学观测，因此它可以探索到光学望远镜无法见到的东西。六十年代，天文上的四大发现——脉冲星、类星体、星际有机分子、3K 微波背景辐射都是从射电观测中得到的。因此新兴的“射电天文学”正起着越来越重要的作用。

目前，最大的可全动的射电望远镜抛物面天线在西德，直径为 100 米。在美国新墨西哥州的空旷沙漠地带，正在兴建一个世界上 80 多个射电天文设备中最大、最完备、最现代化的射电天文设施，它共由 27 台可移动和 1 台备用的射电望远镜组成，每台直径为 26 米，原定在 1981 年完工。

20. 什么是射电天文学

射电天文学又叫无线电天文学，是天文学的一个新兴的分支学科。它创建于二十世纪四十年代。它主要应用无线电技术（包括雷达技术）观测各类天体所发射或反射的无线电波来研究天体的位置和物理性

质及化学组成。

射电天文为天文研究开拓了新的领域。光学望远镜固然大大扩大了人的视野，但要建造更大的光学望远镜又谈何容易！射电天文问世后，它们互相配合，取长补短，为天文研究带来了许多振奋人心的重大发现。

射电方法不仅克服了天气及白昼等障碍，而且它观测的范围比光学远几十倍，因此是研究遥远的河外星系的一种主要手段。

不少天体，光学望远镜对它无能为力，因为它的光太弱或者根本不发射可见光，但总有射电辐射，这又使射电天文可以大显身手，得到一些光学方法无法得到的结果。

因此射电天文学的创立和发展给天文学的发展开辟了极为广阔的前景。近年来，天文学上的一些重大发现，很多都是由射电天文观测首先得到的。今后它一定还会为我们作出更多的新贡献。

21. 什么是天体测量学

天体测量学是天文学中最早建立的一个分支。恩格斯在《自然辩证法》中指出："首先是天文学——游牧民族和农业民族为了定季节，已经绝对需要它。"

在古代，人们为了农、牧业生产的需要而去测量太阳、月亮、星星在天空的位置，研究它们的位置随时间变化的规律，逐渐地确立了时间、节气和方向的概念，编制了历法，这就是最早的天体测量学。在我国，早在十六世纪以前，天象观测就已达到非常精确的程度。随着实践和生产的发展，古代天文学家开始认识到天体运行的规律性，把它应用到时间服务和历书编算上，为人们生产斗争和生活服务，而生产斗争的发展，天文仪器的出现和渐趋精密，为天体测量学提供了有效的工具，使天体测量学得到了很大的发展。

现在，天体测量学的主要任务是用精密的仪器测量天体的位置、自行及天文基本常数等，编制星表，为天文学的其他分支学科提供必要的资料。

近年来，由于射电天文、空间技术和激光技术的应用，对一些位置已知的天体，已能辨别出微小到几厘米的变化，从而给古老的天体测量学带来了许多新的课题，开创了天体测量学与地球物理学和大地测量学之间的边缘学科——天文地球动力学。

22. 怎样画“天球”

仰望天空，人人都感到“天似穹隆，笼盖四野”，只觉得日月星辰离我们都一样遥远，好像一切天体连同

它们所在的天空都在一个以观测者为中心的球面上。当然这是假像，天上的球面并不存在。不过，天文学上却利用了人们这种视觉上的错误——假想的球面作为"天球"，这样可以形象地确定天体在天空中的分布和运行。天球的球心可以想象为观测者的眼睛，确定天体在天球上的位置就可用和地球上的经、纬线类似的方法。所以人们在天球上也确定了一些假想的点、线和平面，建立起球面坐标系，并以此来确定天体的位置。

天球上的基本点、线、平面有（图6）：通过球心（即观测者）的地球重力线（又称铅垂线）与天球有两个交点，位于观测者头顶的点称为天顶；另一点称

图6　天球上的基本点、线和平面

为天底。通过球心而垂直于铅垂线的平面叫做真地平面，它与天球相交所截的交线（大圆）称为真地平圈。

地球自转轴的延长线又假想为天轴，它在天球上的两个端点分别称为南天极和北天极。北天极靠近北极星。通过球心与天轴垂直的平面叫天赤道面。它和天球相交的大圆叫做天赤道。天赤道把天球分成南北两半，太阳从南半球移到北半球时，到达天赤道上的一点就是春分点。通过球心、天极、天顶所作的一个平面称为天子午面，它与天球相交成的一个大圆叫做天子午圈。天子午圈和地平圈相交于两点，靠北天极的一点为北点，靠南天极的一点为南点，而天赤道与地平圈的两个交点分别为东点和西点。

有了这些基本的点、线（大圆）和面，人们就可以建立起天球的概念，画出天球，并用以解决许多天文问题。

23. 日、月、星辰为什么会东升西落

人们常常说“东方升起一轮红日”或“月牙儿从东边的树梢悄悄地升起”……，而决不会有人说太阳从西边出来。是的，太阳、月亮、星星都是东升西落的。日复一日，天天如此，年年如此。其实，这些都是地球自转的反映。早在公元前二千多年，我国古代的

人们就注意到“天左旋，地右动”。也就是说，日月星辰的东升西落是地球自西向东自转的反映。证明地球自转的方法很多，如“落体偏东”，“傅科摆”都是例证。所谓“傅科摆”，即由一很长的细绳悬挂着一个重锤，由于单摆具有使振动方向保持一致的特性，如果地球不动，则摆的摆动方向一直保持不变，但实际观察发现，摆的摆动方向沿着顺时针方向在旋转，即自东向西旋转，这就反映了地球是在自西向东自转。人造卫星上天后，人们更亲眼目睹了地球的确在空中不停地自转着。

既然地球在动，为什么我们感觉不到呢？这是因为我们与地球一起在旋转，周围的一切都和我们一样在随着地球旋转，没有什么东西可以来比较对照出我们的运动，譬如人在舟中坐，舟行而人不动，如果遮住窗户，在舟船平稳行驶时，人们常常不觉察自己在前进。而当拉开窗帘时，我们只看到两岸的景物向后移动。地球自西向东的自转在人们看来就是感到天体在东升西落。

24．垂直下落的物体为什么会偏东

现在大家都懂得，地球在不停地从西向东自转着。可是在古代，人们根本不相信地球会动，当时也

找不出证据来说明地球在自转。自从哥白尼创立日心说以后，很多科学家都从物理学和天文学等多方面来寻找地球自转的证据，其中一个重要的证据就是自由下落的物体偏向东方的现象，简称为“落体偏东”。

如果从赤道地方的高塔AB的顶点B处自由落下一个物体，那么，我们就可见到它并不是笔直下落，而是稍稍偏东。因为，要是地球不自转的话，从B点落下的物体，应该笔直落向塔底A点（见图7）。

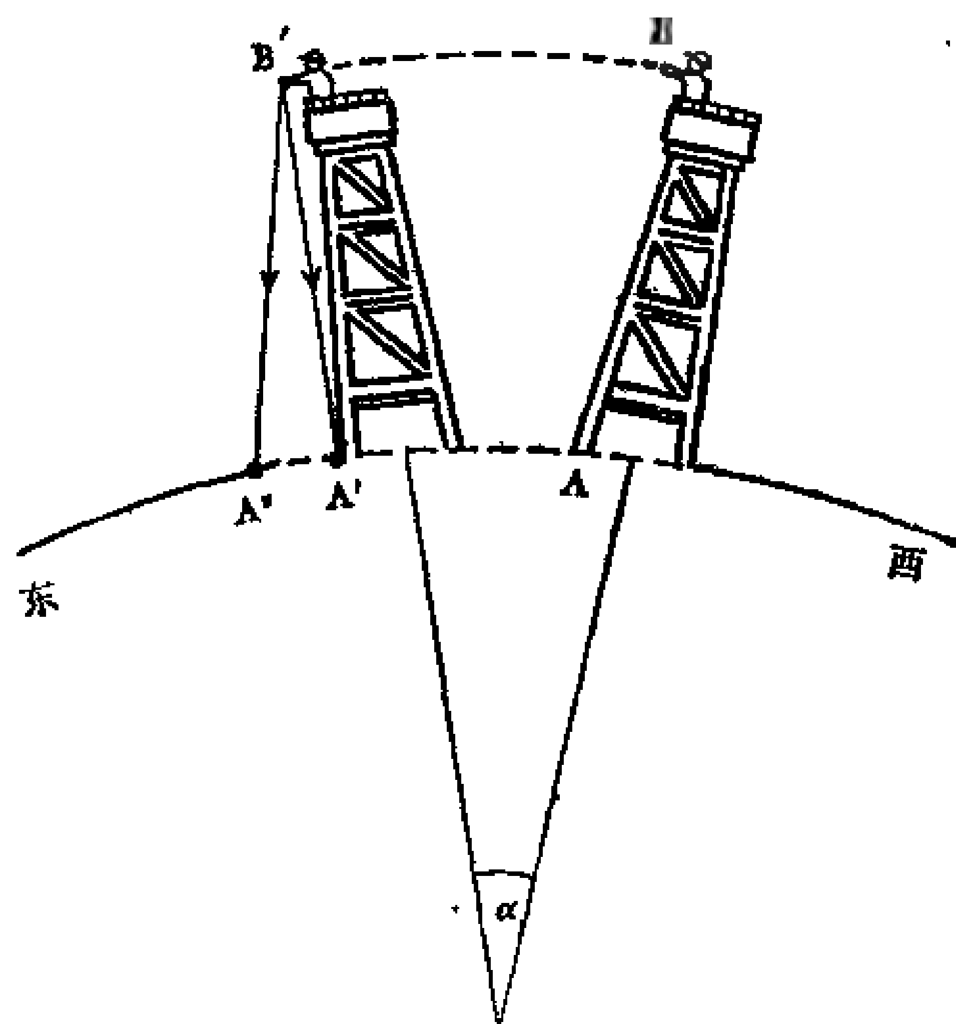


图7　由于地球自转而引起落体偏东

但是，由于地球在自转，设物体从B点落到A点去的时候，地球转动了一个α角，而塔从AB位置转到了A′B′的位置。因为塔底A距地球中心近些，它的转动要较塔顶B慢些，而从B点落下的物体由于惯性的缘故仍然保持着塔顶B处的转动速度。因此，落下的物体不是恰好落到塔底A′点，而是朝地球自转的方向落到了A′点之前的A″点，使得$\overset{\frown}{BB'}=\overset{\frown}{AA''}$。A″点在A′点之东。由此可看出，地球自转而引起"落体偏东"的现象。当然从力学上也有公式可以证明它。

如果不是在赤道上，而是在某一纬度φ处，同样也可以看到落体偏东的现象，只是偏向要小些。落体偏东在赤道上最大，在两极处的偏向为零。

25. 昼夜是如何形成的

大家知道，地球在不停地自转，假如我们生活在地球上的A点（图8），那么当A点对向太阳的时候，我们就处在白天；当A点背向太阳的时候，我们就处在黑夜。因此地球自转是形成昼夜的原因。

由于地球自西向东旋转，而从地球上经度不同的地方看到日出的时间是不一样的。比如在我国最东部的乌苏里江畔已初露晨曦时，最西部的帕米尔高原还

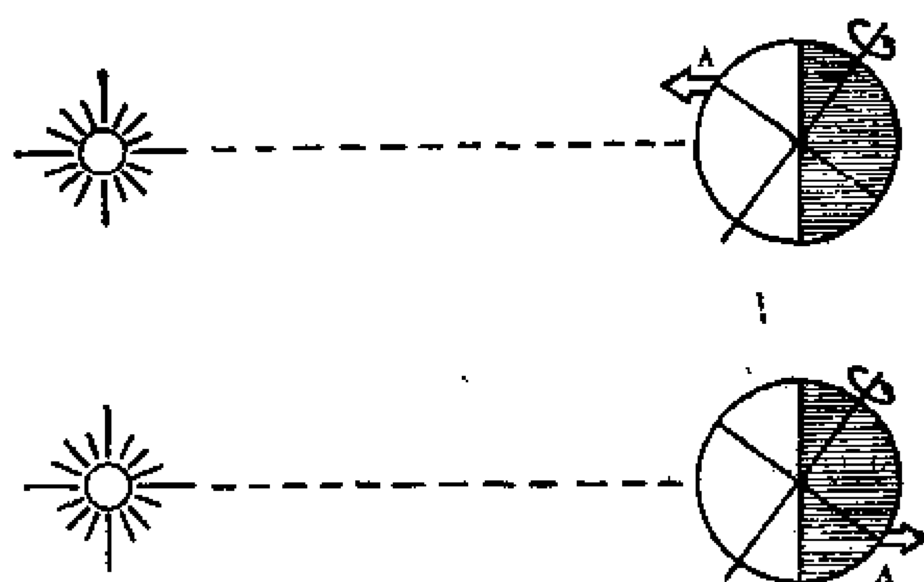


图8　昼夜的形成

在深夜，要经过四小时方可看到日出。又如，我国和美国正好分处在东西两半球上，北京时间差不多与华盛顿时间相差近十一个小时。因此，北京人在吃中饭时，美国正值夜深人静呢！

26. 为什么会有春夏秋冬四季

一年四季，春夏秋冬，周而复始，人们早就习惯了。可是为什么一年会有四季呢？

我们知道，地球的自转轴与公转的轨道面倾斜成66°33′的角，因而地球的赤道面与公转轨道面之间的交角为：90°－66°33′＝23°27′。在地球公转过程中，自转轴始终指向同一方向（北极星方向），也就

是说地球在宇宙间一面绕轴自转，一面又倾斜着身子在绕着太阳公转（图9）。

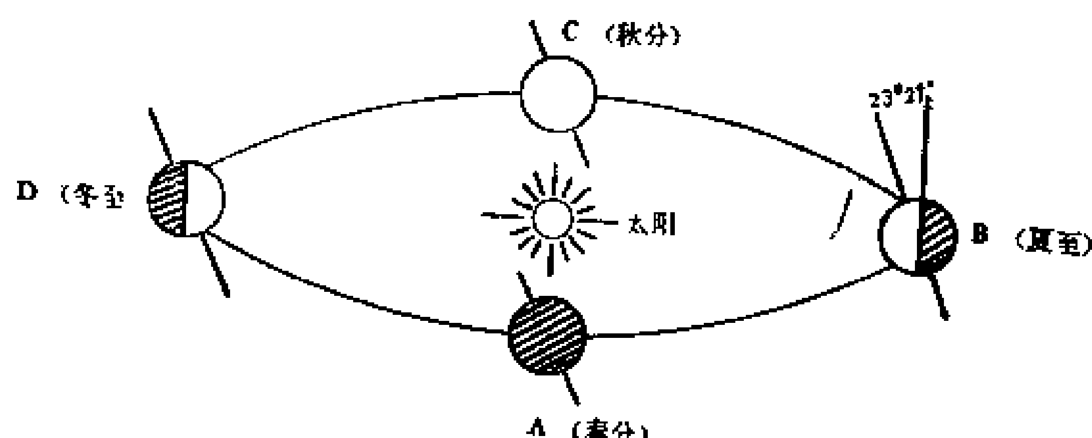


图9 四季形成示意图

在地球南、北纬23°27′处，是南、北回归线，从图9可看出，每年春分（3月21日）和秋分（9月23日），地球位于A点和C点。这时，太阳直射赤道，南北两半球受日照时间差不多，正是春秋气候宜人的季节。当地球位于B点时，太阳直射北回归线，这正好是6月22日前后，称为夏至。此时，北半球大部分地区都受到日照。而且日照角度最小，时间最长，得到较多的光和热，是北半球的夏季。到了12月22日前后，地球又运动到D点，太阳直射南回归线，对北半球来说，太阳光最斜，日照时间最短，这一天就是冬至日，也正是隆冬季节。由此可见，由于地球所受的日照时间和角度的变化，地面吸收太阳的热量也时多时少，在周期地变化着，这

就形成了四季更换，寒来暑往。

在天文上把春分到夏至定为春季，夏至到秋分定为夏季，秋分到冬至定为秋季，冬至到春分定为冬季。显然，由图9也可以看出南、北两半球的季节正好是相反的，即北半球上是人们挥汗如雨的夏季时，南半球上却是滴水成冰的冬季。

27. 为什么时间是用天文方法测定的

太古时期，人类在长期的实践活动中，就感受到外界事物在不断变化着、运动着。事物总是从一个状态发展到另一个状态，各种事件的发生也有先有后。这样，在人的头脑中便逐步形成了“时间”的概念。而生产的发展又使人们需要计量时间。日常生活中，对人们的活动影响最大的莫过于昼夜的交替和四季的变化了。昼夜的交替使人产生了“日”的概念，并采用“日”作为计量时间的单位。特别是农业生产的需要又促使人类根据四季的更迭制定了更长的计量时间的单位——“年”。年、日之间的月最初也是根据月亮的盈亏圆缺来确定的。既然时间概念的形成以及它的单位都是以天文现象为依据，用天文方法来测定时间当然是不言而喻的了。

假如没有钟表，而要估计一下时间的话，谁都懂

得，白天可以根据太阳来估计。在晚间，有经验的老农和牧民，也会从一些著名的亮星的位置，估计出大致的时间。文艺作品中在写冬天的夜晚时，常常用“三星（猎户座的“腰带”）当头”或“三星偏西”来描绘。每当夜深人静、万籁俱寂的时候，辛勤劳动了一天的人们早已入了梦乡。而天文学家却在忙碌地用中星仪、等高仪、天顶筒等仪器、仔细观测星星的位置来测定时间。现在根据天文观测，所确定的时间，可以准确到百分之一秒，甚至更高。要说明的是，天文学家们直接测定的是恒星时，和一般钟表走的时间——太阳时还不大一样，但两者有精确的公式可以换算。

近年来，由于科学技术的飞速发展，人们找到了更准确的时间单位——原子振荡频率，它比地球自转更加稳定、精确，因此从1967年起，国际上已用原子时作为时间单位，它一秒钟的长度是铯原子振荡9,192,631,770次的时间。

28. 天文上为什么有真太阳时、平太阳时和恒星时之分

我们通常说的一天，可以理解为太阳从正午（或日出、日没）到下一次正午（或日出、日没）的时间

间隔。不过，严格说起来，这个时间间隔叫－“真太阳日”，它并不等于地球自转一周所需的时间。

地球自转一周的时间叫－“恒星日”，为什么真太阳日和恒星日不一样呢？这是因为地球还有着公转运动（图10）。当地球在A时，假定我们在地球上

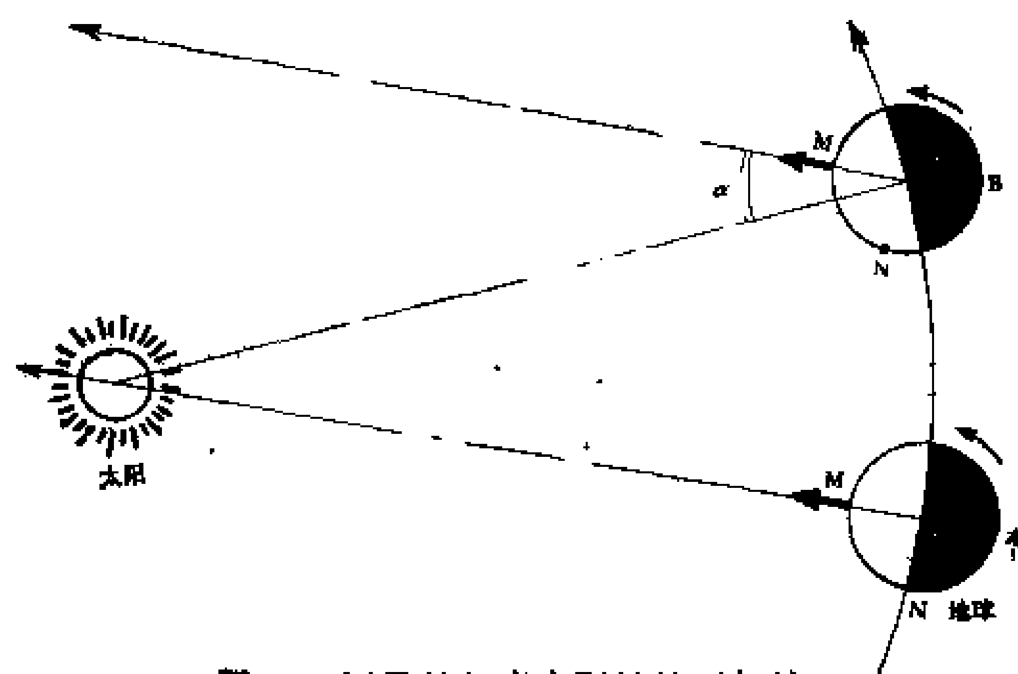


图10 恒星日与真太阳日并不相等

的M点，看到太阳正当头。在地球自转一周的时间内，地球也绕太阳走到了位置B。这时M点并没有再次正对太阳，而要转过α角，我们才会再次看到红日当头。因此，真太阳日比恒星日要长将近4分钟。

后来发现，每个真太阳日长短也不相等，这是因为地球公转并不是匀速运动。最长的和最短的真太阳日可以相差51秒。如果钟表准确地按真太阳日来走，则就要求它时而快些、时而慢些，这种钟表实在

不容易制造。为此，人们又定义了一种不变的“平太阳日”，平太阳日大体上可以认为是真太阳日的平均长度。

以平太阳日作为基本单位的时间计量系统叫做平太阳时。在这个系统内，一个平太阳日分为24个平太阳小时，一个平太阳小时分为60个平太阳时分，一个平太阳时分又可分为60个平太阳时秒。我们钟表指示的就是平太阳时。

与平太阳日一样，真太阳日、恒星日也各自分为24个真太阳小时和24个恒星小时。依此类推，以真太阳日、恒星日为基本单位的时间计量系统分别叫真太阳时和恒星时。

这三种时间计量系统彼此都有严格的换算公式，知道其中之一便不难求得其它两种。

29. 什么是地方时、区时、北京时间

当北京正值太阳在正南方的中午时刻，在西安的居民看起来，太阳却不在正南方，而是偏东约7°。如果在列宁格勒，这时刚是早上六点钟，太阳可能还未升起。在英国格林威治则是凌晨4点钟，而美国洛杉矶却正好是半夜0点。但是只要和北京的地理经度相同，不管南北相距多远，都是中午12点。归纳

起来我们可以得到这样一个结论：同一瞬间，地球上经度不同的地方，时间是不一样的，各地有各自的“地方时”。格林威治的地理经度是零度，它的地方时有一个专用的名字叫“世界时”。

假如各地都来个“本位主义”，各自采用自己的地方时，那可就乱了套。首先，火车时刻表就没法定，其它麻烦事就不用说了。要是大家都采用统一的时间，比方说都用世界时，那么北京中午的时候，手表上的时间是 4 点，这也实在太别扭。所以后来大家公议出一个采用“区时”的折衷办法：经度每隔 15 度划为一个时区，每一时区内的钟表都以该时区中央地理经线的地方时为准。即以英国格林威治经线作为零时区的中央经线，在它东西各 7.5° 的经度范围内（从西经 7.5° 到东经 7.5°）作为“零时区”，而东经 7°.5～22.°5 划为“东一时区”。依次有东二时区……，直到东十二时区。它们分别采用东经 15°、东经 30°……的地方时。同理，向西依次划分为西一时区、西二时区等等。相邻两时区的时间差整整一小时。这样，旅行者向东跨过时区边界时应把钟表拨快一小时；向西则拨慢一小时（图 11）。

我国幅员辽阔，东西经度相差 61°，跨了五个时区。但全国一律采用北京所在的东八时区的区时，这

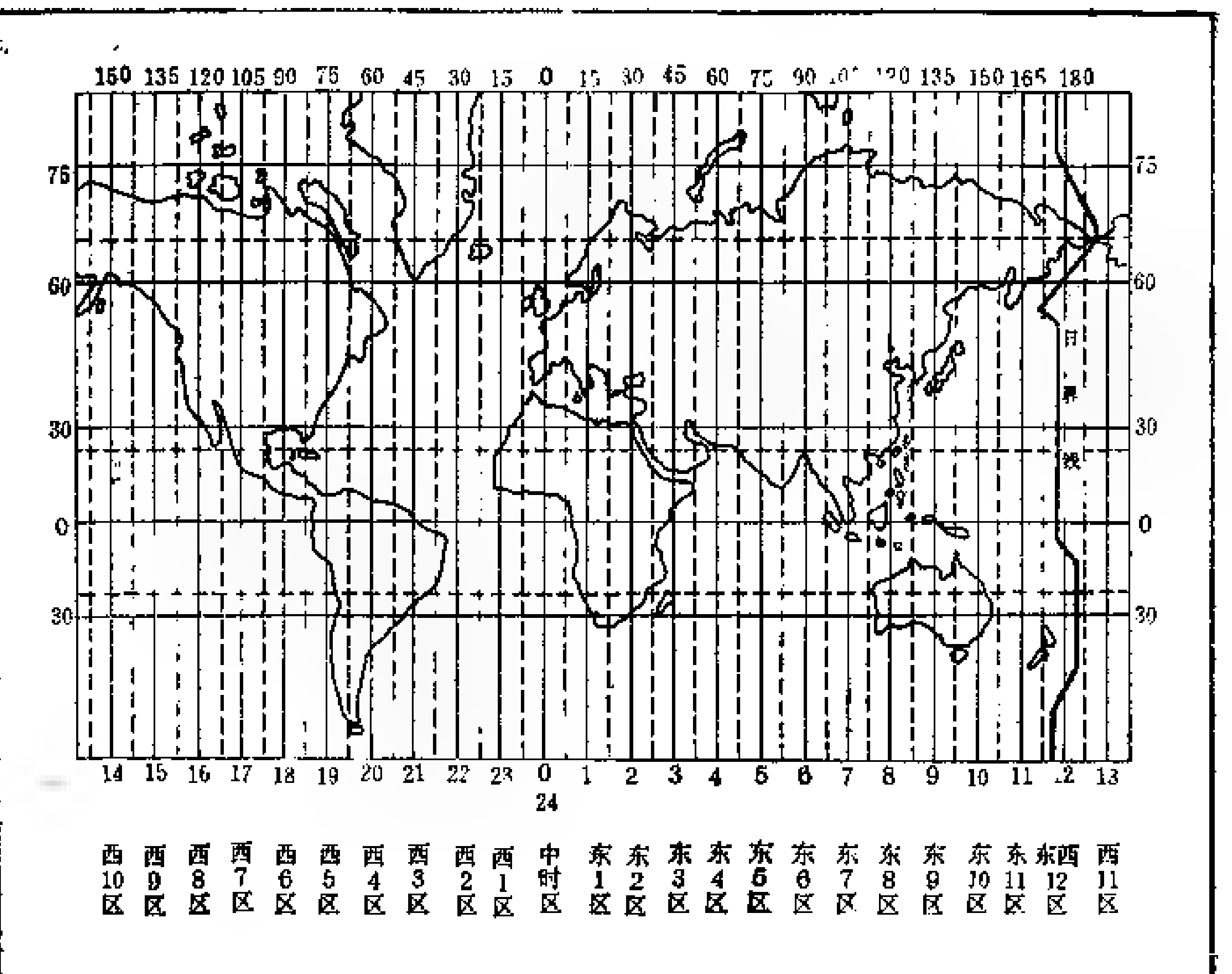


图 11 整个世界可分为24个时区

就是通常所说的“北京时间”。北京时间和世界时相差8小时，任何时候把北京时间减去8小时就是世界时。假如北京时间是8月3日6点，则需在北京时上加24小时再减8，这样求得的世界时是8月2日22点。

30. “北京时间”就是北京的地方时吗

我们国家幅员辽阔，为了统一步调，有利于生产，除了西藏、台湾等少数地区外，全国一律采用“北京时间”。可是，北京时间是什么意思呢？如果将北京时间认为就是“北京的地方时”，那就错了。

我们知道，北京时间是东八时区的区时，这一时间是以东经120°处的地方平太阳时为准的，所以“北京时间”实际上是东经120°处的地方时。一查地图，我们就知道，北京位于东经116°22′，两者相差3°38′，而经度每差1度，则时间相差4分钟，所以北京的地方时间比电台中报告的“北京时间”大约要晚15分钟左右。换句话说，电台中12点的“嘟嘟”声响过后一刻钟，才是北京真正的中午时刻，这时太阳才在北京市的正南方。

31. 最早的天文钟造于什么时候

大家知道，天文钟走得准确、稳定、可靠。广播电台中"嘟、嘟、嘟……"的对时讯号也是由天文台播送的。可是世界上最早的天文钟造于何时呢？据史料记载，大约在九百年前，就由我国宋朝的天文学家发明制造出来了。

第一台天文钟名叫"水运仪象台"，有四层楼房那么高，底部是一个7米见方的台形木结构，设计者是宋代天文学家苏颂、韩公廉。他们从1086年开始设计制作，到1092年正式启用，这架奇妙的仪象台下部用以报时读刻，上部可以跟踪星体的东升西落，中部则装着一个古代的天球模型。

下部的报时装置，设计得十分巧妙，它又分了五层：最高一层正面有左、中、右三个小门，门口各有一个小木偶，每逢单数的钟点（如1点，3点……），左门内的木偶便来摇铃；到双数钟点（2点、4点……），右门中的木偶便起劲地打起钟来。而中门里木偶的职责是击鼓来报"刻"（15分钟为一刻，如4点一刻，4点半、4点3刻）；第二层装有子、丑、寅、卯……戌、亥十二个木偶，每隔2小时，它们分别走出门外来报出时辰（古代又一种纪时法，每个时

辰相当于2小时）；第三层内的木偶最多，共有96个，因为一小时四刻，一天共96刻，每到一刻它们按时抱着时辰牌出门。第四、第五层都是专供夜间使用的。第四层上的小木人专门“打更”（一夜六更）；第五层又有36个木偶同时报出更数和筹数（每更分为6筹）。

这么多复杂而有趣的木偶按部就班，有条不紊，其全部机械装置都用流水来推动，故称“水运仪象台”。特别应当指出的是，这台仪象中使用了“擒纵器”（相当于现代钟表中的“游丝”，这是机械钟表的关键部件之一），因此人们一致认为，这是“欧洲中世纪天文钟的直接祖先”。

32. 日界线在哪里

大家已经知道，各时区的区时彼此不同，相邻时间差一小时，但不难发现，东十二时区和西十二时区实际是一个时区，它们共同的中央经线是180°经线，这条经线既是东经180°，也可看作西经180°。因而在东、西两侧，虽然钟表上指示的时刻是一样的，但日期却相差一天。这条180°经线就叫做日界线（见图11）。假如有个旅行者从东半球跨过日界线到西半球，日期要减少一天。举例说，在东半球是9月1日上

午七时，跨过日界线后就会发现，那儿还是8月31日的上午七时。反过来说，从西半球跨过日界线到东半球时，日期要增加一天。

实际的日界线并不完全和180°经线相合，它在白令海峡、阿留申群岛以及南太平洋的斐济、汤加、新西兰一带都故意偏离了180°经线(图11)，以免同一国家和地区采用不同日期造成不方便。

33. 弟弟会比哥哥早出生吗

乍一看，这个问题问得奇怪，好象在开玩笑！且慢，世界上还真可能发生这种怪问题，根据就在日界线。

一个怀胎足月即将分娩的妈妈，为了赶回她的家乡美国去生产，从上海乘船向东飘洋过海。产前检查表明是双胞胎，轮船航行到离日界线还有几分钟的时候，第一个婴儿呱呱堕地了，是个男孩，时间是五月一日9点零3分。轮船在高速前进着，很快就越过了日界线来到了西半球，这时产妇生下了第二个孩子，又是个男孩，时间是9点10分，但日期却是四月三十日。你看弟弟不是比哥哥大了吗！本来，双胞胎中先出生那一个就是哥哥或姐姐，第二个总是弟弟或妹妹，这是天经地义的事。可在日界线附近却给颠倒过

来了，似乎后出生的反而几乎要早了一天。

碰到这种事，当妈妈的自有主张，但接生的大夫就有点为难了，这出生证上的出生日期可怎么填呢？

34. 公历和农历是怎么回事

为什么有公历和农历之分，公历和农历究竟有什么不同呢？

世界100多个国家几百种民族，有各种各样的历法，但归根到底不外乎三大类：

（一）太阳历：这种历是根据太阳的视运动编出来的。每年同一日子，太阳基本上在相同的位置，基本的数据是回归年，我们现用的公历就是太阳历，这种历不考虑月亮的运动，因此公历中的月纯粹是人们编出来的，与月亮的盈亏无关。

（二）太阴历：这种历不管太阳而只考虑月亮的圆缺变化，目前有些伊斯兰国家还使用这种太阴历，它的日期可以与月相联系起来，但缺点是每月的季节都在变化。如今年的七月是夏季，几年以后的七月就是春季；再过几年，七月间却会变成滴水成冰的严冬了。

（三）阴阳历：同时考虑太阳、月亮的运动状况，把回归年与朔望月通过"闰月"来互相协调起

来，我们的“农历”（民间俗称“阴历”）就是这种历。据考证，我国早在殷代以前就使用这种阴阳历了，由于这种历可以用来指示农时，故又称“农历”。

太阳历，因为每月的日期固定不变，故受到更多人的欢迎，称之为“公历”。还应说明的是，回归年、朔望月都不是日的长度的整数倍，它们之间无法通约，故任何历法都不是绝对精确的，总有一点误差。

35. 一年都是十二个月吗

通常大家都说一年有十二个月，但是如果注意一下农历所包含的月数，就会发现，有的年是十二个月，有些年却有十三个月。

怎么会有这样的差别呢？

我国所用的农历是一种阴阳历，它是同时兼顾太阳和月亮的运动而编订的历法。但是回归年的长度是365.2422……日，朔望月的长度是29.5306……日，这两者不能通约。如果按每年12个朔望月计算，则全年的长度只是354.3672日，比回归年将近少11日。如果按一年有13个朔望月计算，全年的长度就有383.8978日，又比回归年多了18天。因此不管一

年有12个月还是13个月，都不与回归年相当，总是顾此失彼，弄不好，就会引起公历与农历之间的混乱。

为了克服这个困难，我们的祖先早在春秋时代以前就发明了“十九年七闰法”，这就是规定在19农历年中有12个平年（每年有12个月）和7个闰年（每年十三个月，增加的月叫做闰月）。用这种设置闰月的方法制定出来的农历，把太阳和月亮的运动很好地协调起来。精确地符合了天象变化和农时安排的规律，有力地促进了农牧业生产的发展。

我国农历的设置，充分体现了我国劳动人民的聪明才智，在世界历法史上占有极其重要的地位。

36．有没有二月三十日这一天

翻开日历就会发现，二月既非大月又非小月，而是“平月”；一般只有28天，遇到闰年也只有29日，看来谁也不相信，公历中会有2月30日这一天。

不过，历史学家却知道，过去确实有过这一天。二千多年前刚开始使用公历时，规定单数月份为31天，双数月份为30天——仅二月只有29日，闰年才30天。当时制历者还规定，从公元前42年第1闰开

始。每隔三年在二月中加一闰日——2月30日，因此罗马历史上出现过十多个2月30日。不过当时那些垄断天文、历法的僧侣把“每隔3年”误作“每3年”，以致几十年后日期又变乱了。到公元前9年，罗马统治者奥古斯都又对公历进行了一次大的变革，正式明确规定了4年一闰的原则，而且硬把他诞生的8月称为“奥古斯都”，并把原来的小月改为大月。于是9、11月也降为小月，8、10、12变成大月，多加的一天只得从2月中扣除（古罗马人认为二月是不吉利月），这次改革后，基本上沿用至今。因此，自那以后，2月30日才从日历上永远消失了。

37. 一年究竟有多少天

回归年长度是365.2422天。但是，日历只能取整数365天。这样与太阳的真正运动相比，每年就要差0.2422天。由于这个差额，每四年就要设一闰年，在二月份多加一天，出现2月29日，故闰年为366天。这样，4年中的总日数是1461天，平均每年有365.25天。所以又比一回归年长了0.0078天，这个数目虽小，但逐年累加起来，隔了400年就差不多要多出3天，这样又要引起混乱。

为了与实际的回归年长度逼近相等，从公元1582

年起，世界统一规定逢百数之年，只有能被400除尽的才算闰年。如1700，1800，1900都不算闰年，而2000年即是闰年。这样规定的结果使每400年内设置97个闰年，400年的总日数为146097天，每年平均长度为365.2425天，这与回归年长度只差0.0003天，即要经过3300多年才差1天，这对日常生活已没有多大妨碍，因此这种设置闰年的方法一直延用到现在。

38. 早晨的太阳离地球近，还是中午的太阳离地球近

我国民间流传着一个“小儿诘(jie)孔”的有趣故事，说的是古代有两个小孩在辩论太阳什么时候离地最近。一个说：“早上太阳升起时特别大，中午的太阳很小，所以早晨的太阳近。”另一个说：“不对，太阳是火炉，近则热，远则冷。中午最热，所以中午的太阳离地球近。”两人争得面红耳赤，互不相让，只好请孔夫子来作仲裁，哪知满腹经纶的孔丘先生也被问得张口结舌，无法排解。

但天文学家可以作出公正的裁决，严格来说，中午的太阳要比早晨的太阳稍稍近一点。如果你站在E处（图12），中午时你与太阳的距离为SE，而在早

晨你与太阳的距离就是 $S'E$，显然 $S'E > SE$，因为地球可以粗略地被认为是一个平均半径为 6378 公里的球体。当然这 6000 多公里相对于遥远的太阳来说是微不足道的。

为什么早晨的太阳看上去比中午的大？一方面由于早晨的太阳接近地面，有树木、房屋陪衬，平视起来就显得大，而中午的太阳孤零零地悬挂在天空时，仰视也就显不出它的巨大；另一方面，早晨的太阳光通过较厚的大气层被减弱了，人们可以直接正视它，

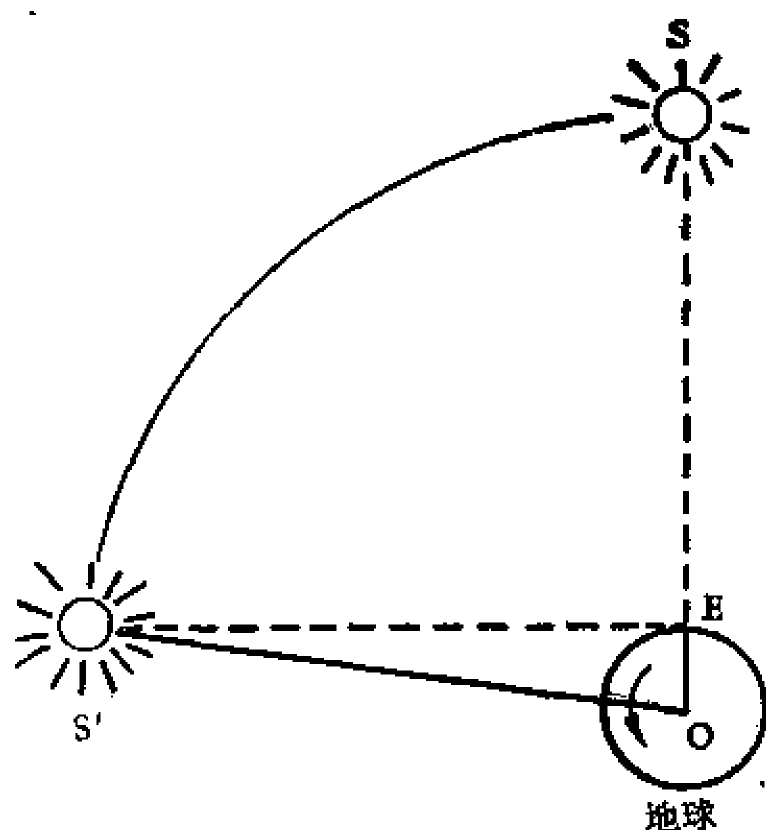


图 12　中午的太阳比早晨的太阳离地面近些

而中午炽热的太阳当头照着，光芒刺目，人们只得斜眯着眼窥察，这样同一个太阳圆面，中午看起来就比早晨小得多。

为什么中午的太阳比早晨的太阳热呢？最主要的

原因是中午的太阳光是直射进大气层，而早晨的太阳光是斜射进大气层的，同时又被较厚的大气层吸收了较多的太阳辐射热，再加上早晨人们刚从“五更寒”过来，气温还未回升，因此中午比早晨热，但这与太阳的远近无关。

39. 一年之中哪一天我们最接近太阳

对于这个问题，不免有人会不加思索地回答，夏令三伏，挥汗如雨，一定是地球离太阳最近。但是，我国以及整个北半球烈日炎炎之日，却正是澳大利亚以及整个南半球冰天雪地之时，由此看来，上述答案未必正确！

因为造成地球上有四季之分的根本原因并不在乎太阳的远近，而是因为地球自转轴与公转轨道面并不垂直。冬天冷是因为太阳斜照得到的热量少的关系（见图9）。事实上，地球绕太阳公转的轨道与圆差不了多少，倘把日地平均距离（为1天文单位）算作149,597,890公里的话，那地球通过近日点时，离太阳也有147,054,726公里，没有仪器测量，一般人是觉察不出这1.7%的差别的。

地球在每年1月3日经过近日点，所以当地球离太阳最近的时候，整个北半球上反面是朔风呼啸的冬

了，那时南半球上所有的电风扇都在忙个不停呢！因此不能单从天气的寒热来判断地球离太阳的远近。

40. 节气是怎样定出来的

细心的人会发现，日历上还有“芒种”、“白露”等二十四节气，农民们常按这些节气来安排农事。它可能创始于战国时期。几千年来，它对中国农牧业的发展起了重要作用。

节气的安排决定于太阳。早在西周和春秋时期，我国古代天文学家就用圭表测日影的方法定出了冬至、夏至、春分、秋分的时刻。后来，又将一回归年的长度等分成24份，从冬至开始，每隔相等时间依次安排各个节气，这种方法叫“平气”。到了北齐（公元550～557年），天文学家张子信发现了太阳视运动的不均匀现象。至公元604年，另一个天文学家刘焯据此将周天等分成24份，太阳运行到每一个分点时就是某一节气的时刻，这样安排的节气时间间隔是不均匀的（因为地球绕太阳公转的速度是不均匀的）这种定节气的方法叫做“定气”。二十四节气反映了太阳的周年视运动，所以节气在现行公历中的日期基本固定，上半年在每月的6日、21日，下半年在每月的8日、23日，前后相差最多一、二天。

季节							
春	节气名	立春	雨水	惊蛰	春分	清明	谷雨
季	节气日期	2月 4日或5日	2月 19日或20日	3月 5日或6日	3月 20日或21日	4月 4日或5日	4月 20日或21日
夏	节气名	立夏	小满	芒种	夏至	小暑	大暑
季	节气日期	5月 5日或6日	5月 21日或22日	6月 5日或6日	6月 21日或22日	7月 7日或8日	7月 23日或24日
秋	节气名	立秋	处暑	白露	秋分	寒露	霜降
季	节气日期	8月 7日或8日	8月 23日或24日	9月 7日或8日	9月 23日或24日	10月 8日或9日	10月 23日或24日
冬	节气名	立冬	小雪	大雪	冬至	小寒	大寒
季	节气日期	11月 7日或8日	11月 22日或23日	12月 7日或8日	12月 21日或22日	1月 5日或6日	1月 20日或21日

随着中国历法的外传，现在世界上许多地方都知道或应用节气来定农时。为了便于记忆和推广，人们还编了二十四节气歌：

春雨惊春清谷天，
夏满芒夏暑相连，
秋处露秋寒霜降，
冬雪雪冬小大寒。

在上表中，我们给出节气的名称和它的日期。

41. 为什么春夏秋冬的星空各不相同

如果人们每夜都留神观看星空，就会发现星空每月都有变化。这不是因为那些星星会动，在人们的肉眼看来，“恒星”在天空中是不动的，彼此的相对位置不会变化。可是由于地球的自转，天空中的每颗星都象太阳那样，在自东向西地旋转。同时，地球还在绕太阳公转，对于生活在地球上的人看来就是太阳在黄道上每年自西向东地绕一圈。因此不同的月份里太阳在不同的星座，而在太阳附近的星座，出现在白天的天

空中，并随着太阳东升西落，我们看不见，只有那些远离太阳的星座才会到夜晚露面为人们所见，因此随着太阳的周年运动，人们看到的星座也在不断变化。

42. 怎样寻找北极星

人们常把北极星比作指路明灯。的确，找到了北极星，就不难辨清东南西北，同时还可以根据北极星离地面的高度来大致估计人们所在位置的地理纬度。

北极星在哪里呢？这颗不太明亮的星足端居天球之巅。要找北极星并不很难，只要先找北斗（即大熊星座）七星，它们像一把盛水的勺子。在春末夏初，它们的位置很高，全国都可以看到。在高纬度地区更是整年可见。在北斗七星中的天枢（α）、天璇（β）两颗星常被称作为“指极星”，因为在天璇与天枢的连线上约五倍的距离处，就会找到一颗稍微暗一点的星，这就是所要找的北极星（图 13）。它位于小熊座中，它的中文名字叫勾陈一。

在天空中还有一个有名的星座，叫做仙后座，它的最亮的五颗星组成英文字母“W”的样子。我们也可依靠它来找北极星：只要将王良四（α）和它前面的一颗小星连结起来，向前延长 3 倍距离也能找到北极星。

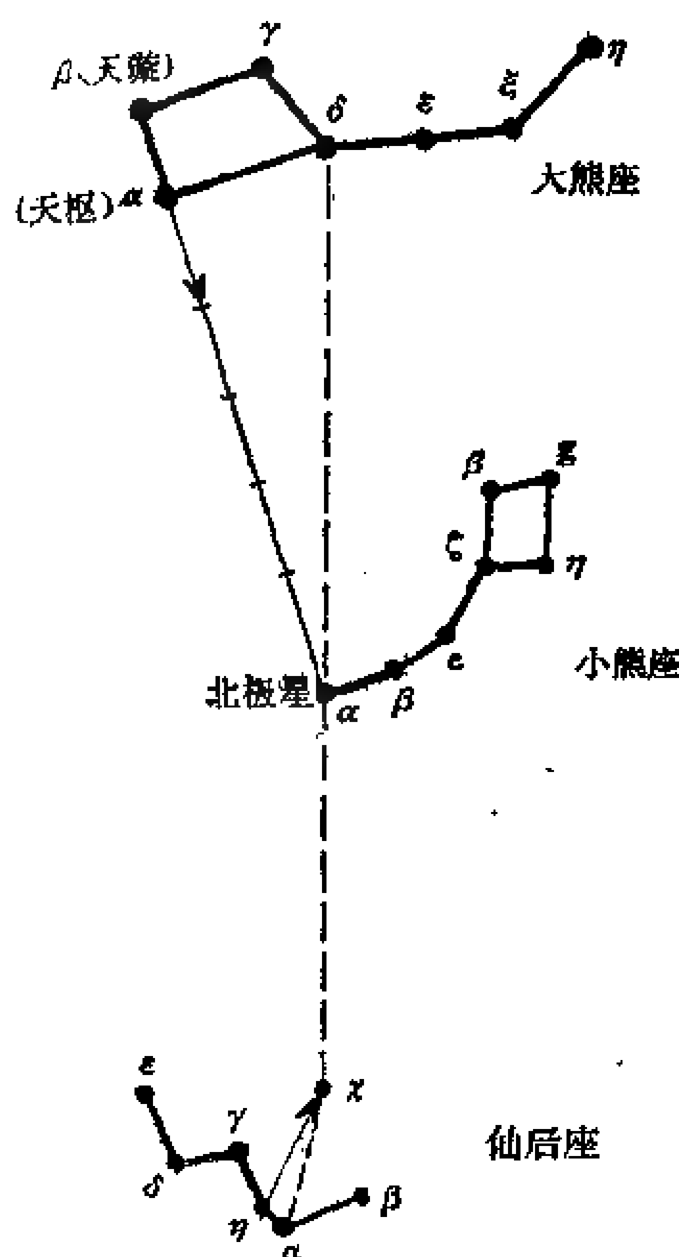


图13　根据大熊座和仙后座可以找到北极星

43. 星图有什么用

出门旅行，都需要有一张地图或交通图。要寻找星星，则必须求助于星图。

早在古代，天文学家们就将天上的点点繁星，按

照它们的球面视位置投影在平面上，制成了一幅幅星图。在公元705年左右，我国就有了“敦煌星图”，这是世界上现存的星数最多且最古老的星图。绘制于公元1247年的“苏州石刻星图”也是我国流传至今的最早、最完整的星图之一。

依靠星图，天文学家们还可以发现各种新出现的天体。如突然爆发变亮的新星、超新星，不期而至带有长尾巴的彗星；在太阳系内游移的行星、小行星等等。历史上，1781年赫歇尔发现天王星，1846年亚当斯和勒维耶发现海王星，1801年皮亚齐发现第一颗小行星；前几年，段元星认出的新星，都有星图的一份“功劳”在内呢！

44. 什么是天体力学

天体力学也是天文学中较早发展起来的一个分支学科，主要研究天体的力学运动及其形状。这儿的天体除了行星、小行星、卫星、彗星等自然天体外，还有人造天体。近年来也研究一些小的恒星系统(包括几个到几百个恒星)。

随着生产力的发展，人们不仅需要精确地测定时间和天体位置，还要了解日、月、星辰的真实运动。为此，很多天文学家作了大量的观测和研究工作，特别

是哥白尼创立日心说后，揭示了太阳系运动的真实情形。此后，开普勒、伽利略等人的工作为研究天体的运动和动力学性质奠定了基础。至1687年，牛顿集前人之大成，经自己二十多年的反复研究写出了《自然哲学的数学原理》。在这本书中，他提出了著名的万有引力定律及三大运动定律。从此人类对天体运动和形状的研究进入了新的历史阶段，正式诞生了天体力学这个学科。因此，牛顿是天体力学的创始人。

天体力学至今已有近三百年的历史。在此期间，从研究对象、研究方法和研究手段上都有了很大的发展。特别是本世纪五十年代以后，天空出现了人造天体，电子计算机开始广泛使用，使天体力学这个古老的学科进入了一个新的发展阶段，前景越来越广阔。

45. 天体运动轨道都是圆的吗

古人认为，所有天体的运动轨道都是圆，甚至连伟大的天文学家哥白尼也认为只有"圆是最完美无缺的，一切天体都在作圆周运动"。然而，后来发现这样计算出来的天体位置总是与实际观测差那么一点点，这是什么缘故呢？直到1609年，一个伟大的德国天文学家开普勒，利用了前人所积累的丰富的观测资料，通过反复计算核实，才悟出了其中的奥秘，放

弃了圆形的轨道，并发现了行星运动的三大规律：

(1)行星绕太阳运动的轨道是椭圆，太阳位于椭圆的一个焦点上；

(2)行星在轨道上运动，在单位时间内它的向径(即行星与太阳之间的假想连线)所扫过的面积相等(图14)；

(3)行星的轨道半长径的立方与行星绕日运动周期的平方之比是常数。

开普勒定律得到的天体运动规律与观测事实基本相符合。后来，经过更深入的观测和计算，天文学家

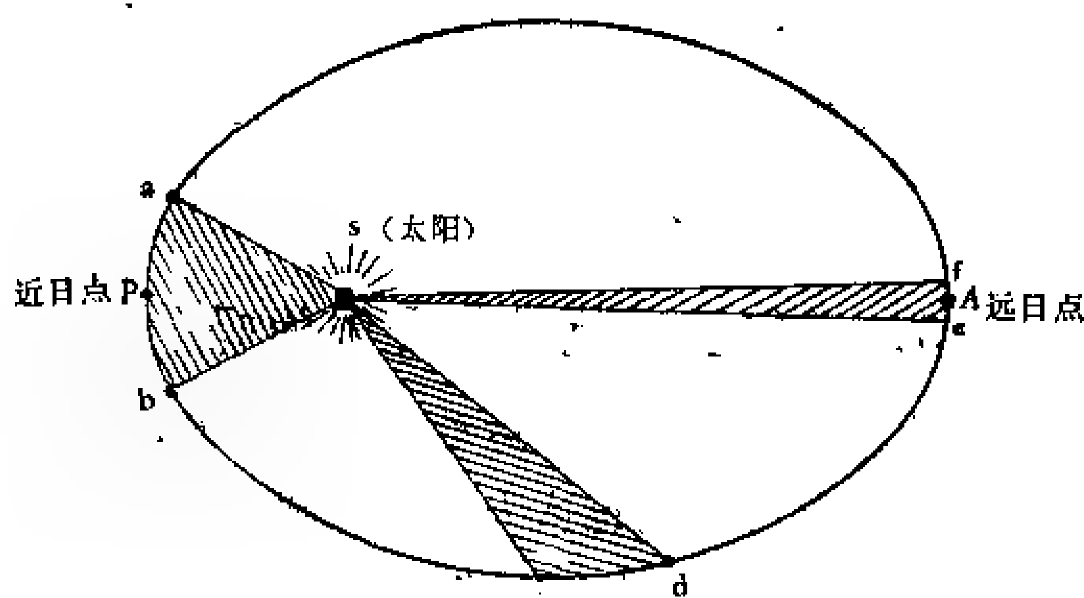


图14　行星的向径在单位时间内所扫过的面积相等

们进一步指出，天体运动的轨道形状不仅有椭圆，还有抛物线和双曲线，圆仅是椭圆的一个特例而已。

46. 万有引力定律是怎样发现的

长期以来，一直流传着牛顿发现万有引力定律的故事：青年牛顿在1666年前后，为了躲避瘟疫回到了家乡。一天，他坐在苹果树下看书，突然，一个熟透了的苹果从树上掉下来，打着了他的头。从此"苹果为什么会从树上掉下来？"这个普通而又费解的问题就一直在他的头脑中盘旋，他为此苦苦地思索了好几年，经过周密的观察和细致的计算，他认为一定有一种力把苹果拉向地面，这种力也同样作用于其他任何物体，他把这种力叫做万有引力。于是由苹果落地而得出了著名的万有引力定律。

这虽然是一种传说，也可能完全没有事实根据。但是"万有引力定律"确实是1687年由牛顿发现的。它最早出现在1687年出版的《自然哲学的数学原理》一书中。牛顿指出："任何物体之间都有相互吸引的力。这个力的大小与各个物体的质量成正比，而与它们之间的距离的平方成反比。如果用m_1、m_2表示两个物体的质量，r表示它们之间的距离，则这两物体间相互吸引的力为$F=\frac{Gm_1m_2}{r^2}$，G称为万有引力常数。"牛顿还为此作了广泛的验证，结果都符合得很好。从此这个万有引力定律奠定了天体运动的力学基础，它

从理论上深刻地阐明了天体运动的动力学规律。

从万有引力定律的发现，我们也可以得到一个启示：一个伟大的发现必须来自于对周围事实的周密的观测，以及对每一个问题的认真思索对前人成果的总结和提高。其中都凝结着科学家们辛勤的劳动和心血。

47. “天”会塌下来吗

传说从前有个杞国人，成天愁眉苦脸，忧心忡忡，生怕有朝一日“天”会塌下来，把一切都压扁了。这个传说后来变成了一句成语——“杞人忧天”。这一直被用来嘲笑那些毫无根据而瞎担心的人。

其实一般人所说的“天”，通常是指从几公里到几十公里的地球大气层一直到几万、几亿光年的遥远星系的总体，而不是古代人所想像的“水晶球”，或盖在地上的“碗”。生活在地球上的人们所说的“上”、“下”，在浩瀚的宇宙空间是无意义的。因为通常人们说的“下”只是朝地心的方向，所以对于居住在不同地方的人，他们的“下”都不一样。如对北京和罗马两地的居民来说，它们的“下”的方向几乎差了90°。而我们的地球只是广漠宇宙中的一个小小灰尘，根本不是宇宙的中心。既然找不到宇宙的中心，上下左右又从何而来呢？

再说，我们的地球也并不是因有什么东西托着而不坠落，而是它以每秒 30 公里的高速在绕着太阳奔驰，正是这种运动产生的离心力，使它克服了太阳的吸引。地球又比太阳小得多，因此，如果地球停止不动，那它便会坠入太阳的熊熊烈火之中，而决不会出现太阳、星星……整个“天”塌下来的事情。但是，至今人类居住的地球也决无稍息停步的迹象，它始终是一个持之以恒的高速长跑“运动员”。因此，我们根本不会“葬身火海”，也根本不用担心“天”会塌下来。

48. 人造卫星为什么能飞上天

我们大家都看到过人造卫星，它是怎么上天的呢？原来靠的是火箭。火箭是什么东西呢？粗略说来，火箭就象一个爆竹，只不过它的一头是箭头状的，“肚子”里面装了许多燃料和助燃物品，当燃料燃烧时往后喷出的气体就把火箭反冲向前进，就象爆竹蹦上天一样的道理。如果把卫星装在火箭上，卫星就由火箭送上了天。

从天体力学知道，一颗卫星要不下坠而能绕地球飞行，速度至少需要达到每秒 7.9 公里。这就要求火箭带有大量的燃料，火箭势必要做得十分庞大。这样对

发射和飞行都不利。为了既有高速度又不使火箭太笨重，科学家们动了不少脑筋，设计出了多级火箭，头尾相接地接在一起。尾部的一级火箭先燃烧，带着前几级一起上升，当燃料用完后，它自动脱离而掉下来，同时第二级火箭开始发动，燃料用完后又自动脱离掉下，接着又发动第三级……，这样一级一级加速上升，而整个重量则越来越小，直至装在最头上一级火箭上的卫星被送到预定的高度时，它的速度已达到了每秒7.9公里以上，这时火箭把卫星由舱内弹出，于是人造卫星便开始绕着地球运转起来。同时，由于最后一级火箭与卫星一起具有这么大的速度，因而在卫星发射后的短时间内，常可以看到人造卫星后面还有一个亮点在一闪一闪地跟着跑，这就是最后一级火箭，但火箭的速度比卫星小，体积又比卫星大，受到的空气阻力大些，因此往往在空中存在的时间不太长。

49. 什么叫"宇宙速度"

宇宙速度是指从地球表面向宇宙空间发射人造地球卫星、行星探测器和恒星际飞船所必须具备的最低速度。

根据计算，在不考虑空气阻力等复杂因素时，在地

面上，用7.9公里/秒的速度把物体从水平方向抛出，它飞行的轨道正好是一个圆，圆心就是地球中心。因此，我们把这个7.9公里/秒称为"第一宇宙速度"，或称人造地球卫星的"环绕速度"。要使一克重的物体达到这个速度就要花费62500焦耳的能量。这些能量可以使600多只100瓦的灯泡同时点亮一秒钟。如果人造地球卫星有1吨重，那么要使它达到第一宇宙速度，就要耗费相当于400吨石油所产生的能量。

假如要发射行星际飞行器到其他行星上去作客，则速度至少为11.2公里/秒，这个速度称为"第二宇宙速度"或"脱离速度"。因为火箭一旦达到了这个速度，它就会脱离地球引力场而一去不复返了。

如果希望跑出太阳系，到恒星际去旅行，则飞船的最小速度是16.7公里/秒，这称为"第三宇宙速度"。如果用这个速度旅行，只需20秒钟就可由南京跑到上海，它比第一宇宙速度的两倍还多。可以推想，这需要花费多大的代价，耗费多么巨大的能量啊！

50. 怎样确定人造地球卫星的轨道

人造地球卫星的轨道一般都是椭圆。地球位于这个椭圆的一个焦点上。要在空间确定一个椭圆轨道，

一般要有六个量，也即有六个轨道要素（图15）。

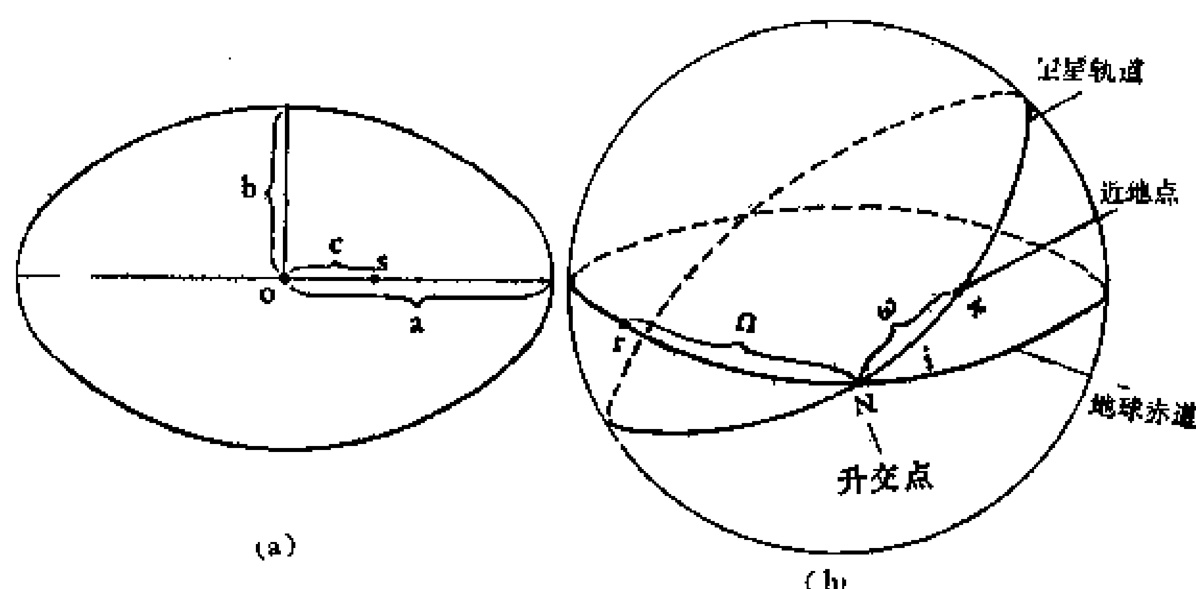


图15　人造卫星的六个轨道要素

(a) 轨道半长径 a

轨道偏心率 $e=\frac{c}{a}$

(b) 轨道倾角 i

轨道升交点经度 Ω

轨道近点角距 ω

过近日点的时刻 T（图中无法标出）

六个轨道要素分别是：

（1）椭圆的半长轴 a；（2）偏心率 e，这两个量分别决定了椭圆的大小和扁度。

（3）轨道倾角 i，这是卫星轨道平面与地球赤道平面之间的交角，i 在±90°之间。

（4）轨道升交点经度 Ω，卫星轨道由南半球穿过地球赤道飞往北半球时与赤道的交点称为升交点。从赤道上的春分点沿着反时针方向量度到升交点的角度就是 Ω。

（5）轨道近地点经度 ω，在轨道上离地球最近

的一点叫做近地点，从升交点起沿着卫星运动方向量度到近地点所得的角距离（即夹角）称为ω。

i、Ω、ω三个要素决定了卫星轨道在空间的位置和轨道长轴的方向。

（6）过近日点时刻T，据此可以实际预报任何时刻行星在天空中的位置。不过这也可以通过对人造卫星的观测而计算出来（前五个轨道要素则是发射者根据需要而设计的），已知人造卫星的准确轨道，便不难预报以后任何时刻人造卫星的实际位置了。

51. 如何观测人造卫星

在天空中闪闪发光，蹒跚而过的“人造小月亮”是人们喜欢观看的“星星”。但是什么时候最容易看到它呢？一般说来，观测人造卫星必须具备以下几个条件：（1）卫星要飞过观测者所在地方的上空；（2）卫星飞过的时候，天空不能太亮；（3）卫星只能反射太阳光，这就要求卫星受到太阳光的照射，所以当卫星落在地球影子里时，我们就看不见它了。

根据这三个条件，不难想像，黎明和黄昏是最好的观测时刻，这时天空的背景是黑暗的，但阳光却能照到卫星上。如果天空无云，当卫星飞过上空时，人们就能观测到它，而在白天或深夜是看不见卫星的。

另外，由于人造卫星绕地球飞行，因此它有时候由南半球穿过赤道飞往北半球，有时候又从北半球飞向南半球。前面一段称为“升段”，后面一段称为“降段”。一般说来，当卫星在升段时，它是由西南向东北飞行，而在降段时，它是从西北向东南飞行。当我们观测卫星时，各次所观测到的卫星飞行方向不一定相同，而根据不同的飞行方向，我们就可以判断卫星是位在升段还是降段。

52. 人造地球卫星有哪些用途

自从1957年苏联第一颗人造地球卫星上天以来，世界各国又陆续发射了许多人造“小月亮”，它们肩负着人类赋予的各种使命，探索宇宙的无穷奥密，给我们送来各种各样的信息。下面我们列举一些卫星的主要用途：

首先，人造卫星在离地几百至几千公里的高空飞行，摆脱了地球大气层的干扰和束缚，为天文学家们创造了十分优越的空间天文台、宇宙实验室。人们可以对红外、紫外以及地面上无法收到的其他无线电波段、X射线、γ射线等进行深入的研究，也得到了许多惊人的成就。

人造卫星也为气象工作者创造了极为有利的条

作。它可以获取全球性的气象资料，得到高层大气以及偏僻的森林、海洋、沙漠等地的气象数据，准确地观测、临视台风的动向……，这给天气的长期预报及各种灾害性气候的预报提供了坚实的依据。

人造卫星还受到了测量工作者和地质工作者的热烈欢迎。因为利用人造卫星可以获得全球性的重力资料，精确地测定地球的大小、形状、地磁场的变化等等，这对准确地测量各种地球常数、地面位置及开发地下资源提供了重要的参考资料。

人造卫星在无线电通信中的作用更是无可估量的。以往远距离通信都靠电离层的反射，但电离层多变而不稳定，常常因外界干扰致使通信中断。采用通信卫星以后，无线电波可以通过卫星来作为中继转播放大，这就保证了世界各地的无线电通信畅通无阻。如利用一个同步人造卫星就可以将电视节目送往世界任何角落。

此外，还有一种"侦察卫星"专门为军事服务。它可以对地面军事目标进行各种侦察，以了解敌人的兵力部署、基地分布、雷达位置、核爆炸和洲际导弹发射情况等等，还可以用卫星来运载导弹核武器，打击敌人。

53. 现在天上有多少人造天体

从 1957 年 10 月 4 日苏联发射第一颗人造卫星至今，据不完全统计，世界各国成功发射的人造天体共 1935 次，它们变成了 11192 个人造天体，其中已陨落或回收了 6565 个，还有 4627 个仍在空中轨道上运动。

目前能独立发射人造天体的国家只有六个。按先后顺序是：苏联、美国、法国、日本、中国和英国。成功发射的次数列表如下：

	苏联	美国	法国	日本	中国	英国
本国卫星	1159	658	9	13	8	1
外国卫星	4	82	1			
合计	1163	740	10	13	8	1

其他还有八个没有独立发射能力的国家和四个国际组织也分别利用美、苏、法制的火箭发射卫星。

成功发射的 1935 次，绝大多数是人造地球卫星，只有 100 多次是月球探测器和行星探测器。一般每次发射只携带一个卫星本体进入预定轨道，但也有携带几个卫星本体的。因此，上天的11192 个人造天体，只有 2300 个是卫星本体，其余的都是末级运载火箭

或其碎片。目前仍在轨道上运动的 4627 个人造天体中也只有 1000 多个是卫星本体。

我国是世界上第五个独立发射人造天体的国家，也是除苏、美外第三个独立掌握卫星回收技术的国家。

54. 发射“阿波罗”飞船的火箭有多大

俄国一个著名科学家曾经说过：“地球是人类的摇篮，但是人不能永远生活在摇篮里。”可是要冲过大气、飞出地球又谈何容易！因此，多级的宇宙火箭通常都很巨大，如发射重 5.6 吨的“阿波罗”11 号登月飞船的火箭“土星 5 号”，便是一个罕见的庞然大物。

土星 5 号是使用液体燃料的三级火箭，上面共有二百多万个零、部件，全长 85.7 米，竖起来，比上海国际饭店还高得多，它的圆周长要十多个大个子手拉手才能抱一圈，起飞时的重量有 3000 吨左右，相当于一列满载的火车。发射前装在一个“活动发射架”上，这又可堪称是一个巍巍峨峨的钢铁巨人，它高出地面 150 米，连同火箭总重达 8000 多吨！别说设计制造，光是把这个发射架连同“土星 5 号”运送到肯尼迪发射中心，就是一件了不起的事情，虽然路程不算长，

一共只有7公里，平时汽车只要10来分钟，可是为了搬运这个大家伙，科学家们专门设计了一条特别的又宽又结实的专线，铺设了8条铁轨，用两台长44米、宽38米的巨大的履带式运输车来牵引它。就是这样特别加固的道路，还被压陷下去一寸深呢！这7公里的路程也足足走了4个多小时。

“土星5号”上有11台威力强大的发动机，总功率可抵得上50万辆大卡车的总和，光第一级上的5台发动机，每台一秒钟内要烧2.7吨燃料，上面2000多吨燃料只烧了2.5分钟！因此整个火箭的推动力可达3500吨左右。

“土星5号”也是目前世界上威力最大的运载火箭，美国不仅用它发射了一系列阿波罗飞船，著名的“天空实验室”以及将要飞出太阳系的“旅行者”探测器都是由它送上天的。

55. 地球到底是什么形状

谁都知道，地球是一个球，它的形状是圆的。但是，要证明这一点却不太容易。

古时候的人都认为“天圆地方”。后来，渐渐有人怀疑起来，觉得地面可能是弯曲的。公元前384年～325年的古希腊天文学家亚里士多德发现，在不同的地方

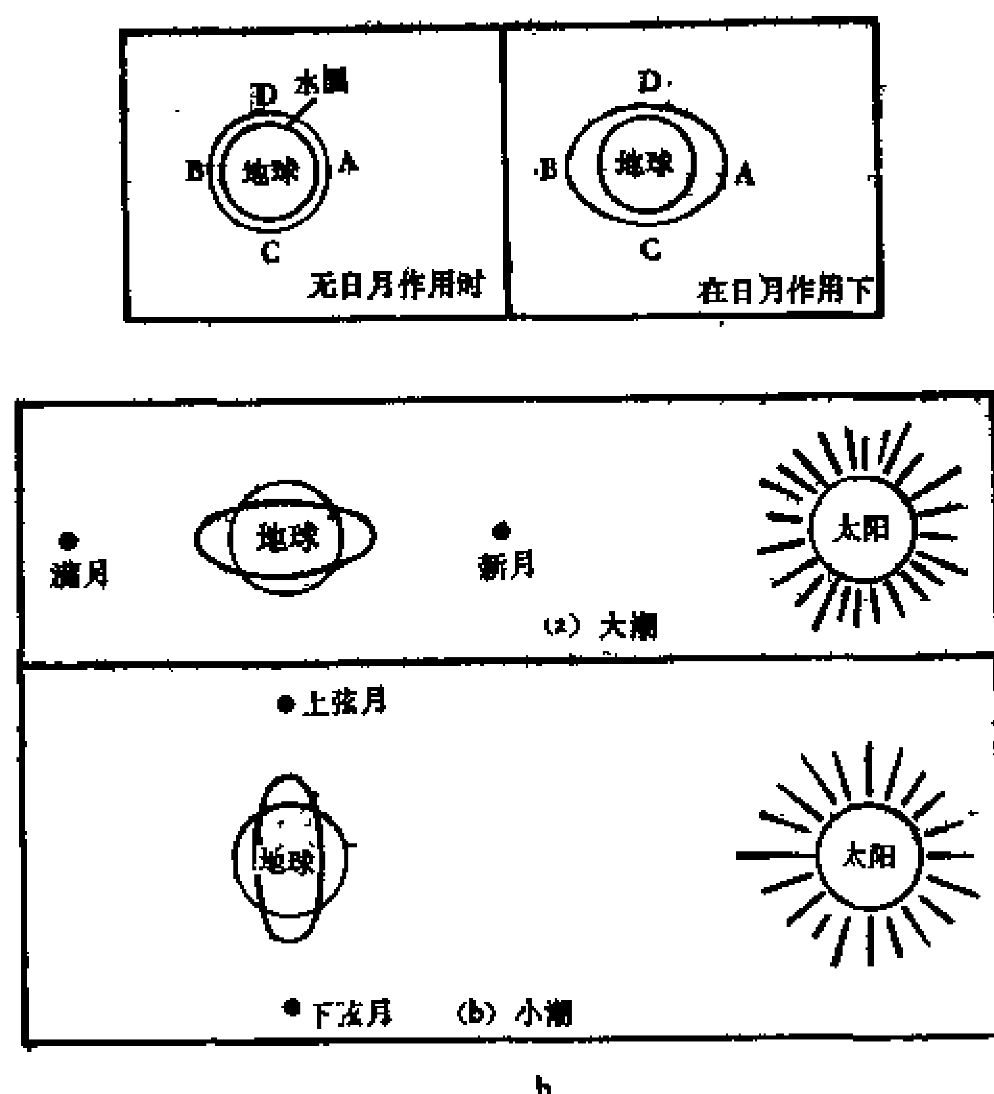
看到的北极星高度不一样。这只能用地球表面不为水平来说明。他还多次观测月食现象，并用月食时看到的地球的边缘，证明了地球表面是曲线。我国东汉年间的大天文学家张衡也指出地球好象是蛋黄，天好象是蛋壳，把地球包在中间，因此天地都是圆的。但当时大多数人却都不相信这一点。直到十六世纪，麦哲伦组织的环球航行队绕地球一周仍然回到了原来的出发处，才真正证明了地球的确是球形。今天，人造卫星、宇宙飞船已从宇宙空间拍摄了地球的照片，更准确完善地证明了地球是球形。

然而，后来经过精确测量发现，地球并不是正球形，它是两极略偏，中间突出像桔子一样的扁球形。人造卫星上天后，新技术的运用又进一步发现，地球的实际形状很复杂。它是一个三轴或四轴的椭球体。因此对地球更准确的称呼还是“地球体”。

56. 海水为什么会有涨落

在海边居住的人们，都知道海平面有周期性的变化。在大约 24 小时 50 分内，有两次水位最高（即涨潮），两次水位最低（即落潮），人们把每次在白天出现的涨潮叫做“潮”，在晚上的涨潮叫做“汐”，总称为潮汐现象。

我国古代劳动人民早就发现“涛之起也，随月盛衰。”知道潮汐的涨落与月球的出没有关。不过直至牛顿发现了万有引力定律才成功地解释了潮汐的原因。如图16a（为了叙述简单起见，假定地球整个都为深



b

图16 潮汐成因示意图

a 日月的吸引形成潮汐 b 大潮、小潮时日月的位置

度相同的海洋所包围），A离月球比地球中心离月球近，所受到的月球吸引应比地球中心强。这样，地球上

的水会趋向 A 点。于是这个地方的水位就增高起来，形成凸起部分。同理，月球对地球中心的吸引要比 B 点的水块强烈。因此对地面上的人说来，B 点的水块也有远离地球表面后退的倾向，于是那里的水位增高起来（涨潮）。因此，由于月球的引力，使地面的水不再成为球形，而成为椭球形。C、D 两处的水位降低，这两处就是落潮。因为地球在自转，面潮的凸出部分始终朝向月球。在月亮连续两次经过同一地点的子午线时间间隔——约 24 小时 50 分内，地面上每一点都经历了 A、B、C、D 那样的位置，产生了两次涨潮和两次落潮。

除了月球以外，太阳的引力对海水也有作用。可是由于太阳比月亮离地球远得多，因此，日潮作用只有月潮的 $\frac{2}{5}$，并不显著。但在新月和望月的时候，月球和太阳的引力正好在同一线上，引起的潮最大〔图 16b(a)〕。我国的钱塘潮气势磅礴，可以激起几丈高的巨澜，闻名于全世界。当太阳、月亮的角距等于 90°时，因为这时候月亮引起涨潮，而太阳则引起退潮，故引起的潮最小〔图16b(b)〕。

上面的解释是在理想化的情况下说明的。实际上地球表面的地形很复杂，也不全为海洋所包围。因此，潮汐现象实际上是十分复杂，因地而异的。潮汐

的预测对沿海地区人民的生活和生产都有很大影响，与航运、农田灌溉、渔业和盐业都有很大关系。因此，有的地区和国家还专门出版了“潮汐年历”，以预报各主要港口和沿江地区每日每时的水位高度。将来还可利用潮汐发电，为人类造福。

57。天文年历与日历有什么不同

日历是大家都熟悉的东西。但是，看到过天文年历的人却并不很多，而天文年历却是天文工作者必不可少的工具。

事实上，日历仅是根据太阳和月亮的运动情况及位置编排出来的，只有年、月、日、星期等。而天文年历不仅包含日历，还包含有月历、火星历、木星历等等，因此，每年有厚厚一大本。我国紫金山天文台有一个历算组，他们的主要任务就是根据天体运动理论和对各种天体的观测资料，来计算太阳、月亮、地球、九大行星以及重要的小行星等天体的位置，预报日月食及给出各种时间的换算和差值等等。并利用这些计算结果来编制天体历表——天文年历。

大家都知道，天体的运动是很复杂的，单计算月亮一个位置就需要运算1650个算式。而每本天文年历至少要计算700多个月亮位置。可以想象，编制一本天

文年历需要进行多么繁重的计算。不过近年来，由于电子计算机的出现，已大大地减轻历算工作者的繁重劳动。目前我国紫金山天文台编制的天文年历的精确度已达到世界先进水平。

58. 天体物理学研究些什么

近代天文学中最重要的一个分支就是天体物理学。它是运用物理学和其他一些现代科学如空间探测、宇宙飞行的技术、方法和理论来探索天体的基本状况，如天体的直径有多大，质量是多少，上面的物理条件怎样，它们由哪些化学元素组成，内部结构如何，星与星之间有什么关系，是否在自转，恒星为什么会发光，星光为什么会变化，恒星是什么时候形成及怎样形成的，还能“活”多久，以后又会变成什么天体……。总之，大量的引人入胜的天文问题都是天体物理研究的课题。

正因为其内容十分丰富，故任何一个天体物理学家，也常常只能在其中某一、两个方面大显身手。现在一般根据研究的具体对象，又把天体物理分为太阳物理、行星物理、恒星物理、恒星天文、星系天文、宇宙学、宇宙化学、天体演化、高能天体物理、射电天文、空间天文……等十多个分科，每一分科都有着

无穷的奥秘等待人们去探索。

由于现代科学的进展，天体物理的新发现、新成就也纷至沓来。如六十年代有四大发现：脉冲星、3K背景微波辐射、类星体、星际有机分子。七十年代又发现了宇宙γ射线爆发，证实了引力辐射存在着阻尼，对奇妙的黑洞深入的研究而创立了黑洞物理学，空间飞行对太阳系进行了大规模的科学考察等等。

由此可知，天体物理学为科学家们开辟了最理想最广阔的研究领域，使人类对天穹的认识不断扩大、深人。

59. 天文学家的"尺子"有多长

日常生活中，我们用的长度单位无非是市尺、米厘米、公里等。可是在天文上，这些尺子都无法应用。因为天体与我们的距离是如此遥远，相比之下，这些尺子太短了。在太阳系中，天文学家常用的"尺"叫做"天文单位"。一天文单位是指太阳与地球的平均距离，约等于149,600,000公里。

但是一跑出太阳系，这个"尺子"又嫌太短了。于是又出现了另一把新的"尺子"——"光年"。一光年就是光在一年内所走过的路程。大家知道，光的速度是每秒30万公里，不难算出一光年相当于94,600

亿公里，相当于63,240天文单位。这样长的路程，如果坐一架每小时飞1,000公里的飞机，不停地飞，也得飞100万年。

在科学上，天文学家们更习惯于用一把叫做“秒差距”的尺子。一秒差距等于206,265天文单位，即3.26光年或300,000亿公里。即使这么大的单位，在计量某一些遥远的河外星系的距离时，也得量上几亿，甚至几十、上百亿次呢！

60. 太阳每秒钟发出多少能量

太阳是光明之神，全天空再也找不到比它更明亮、更重要的天体了。古今中外，几乎没有一个民族不把太阳当作神灵来敬奉的。有关太阳的美丽神话真是俯拾皆是，举不胜举。

的确，除了火山、地震及放射性元素蜕变以外，地球上的任何沧桑变化，无论是风吹草动，惊涛骇浪，还是鸟飞虫跳……，都直接间接来自太阳的力量。据多种方法测定，太阳表面每秒钟发出的能量达38亿亿亿亿尔格，相当于5200万亿亿马力。如果将这个能量比作百万吨级的氢弹，那么相当于每秒钟爆炸了910亿颗这样的大氢弹，这么多大氢弹投到地球上，每平方公里就有近200个！幸得我们离太阳有1亿5

千万公里之遥，因而到达地球上的太阳能还远不到其中二十二亿分之一。再加上云层的反射，大气的吸收，实际接收到的还要少得多。

然而，却不能小看这22亿分之一，因为它仍相当于100亿亿度电力——比全世界发电总量还大几十万倍，因此那怕我们能设法把其中千分之一利用起来，便已“取之不尽，用之不竭”了。现在世界上很多国家的科学家都在研究如何综合利用太阳能的问题，而且已获得了不少可喜的成绩。

61. 太阳、月亮哪个大

在地球上看来，太阳、月亮如同一对“双胞胎”，似乎一般大。但实际上，太阳远比月亮大得多。早在公元前三世纪时，一个希腊学者就测量出太阳比月亮大20倍左右。近代的精确测量则为389倍。太阳的直径是1,391,980公里，而月亮却只有3,476公里，因此太阳的“肚子”里能装下6,422万个月亮。再从质量上讲，太阳的质量是月亮质量的2,670万倍。

为什么看上去太阳、月亮差不多大呢？这是因为太阳比月亮远得多。现在已经知道，太阳离地球的平均距离是149,597,892公里，月亮离我们的平均距离是384,400公里。太阳与月亮的直径之比约是390:1。

而它们与地球的平均距离之比也差不多是390∶1，这样就不难懂得为什么看起来太阳、月亮几乎一样大的道理了。

62. 太阳的光和热是从哪里来的

自古以来，太阳的光和热给人类带来了光明和温暖。因此人们很自然地把太阳比作一个熊熊燃烧的“大火炉”。那末，这个“火炉”里的燃料是什么呢？最早人们认为是煤之类的东西，接着又认为是不断落到太阳上的陨星。后来陆续又有人提出，太阳的能量是从初始很大的体积逐渐收缩时释放出来的，又有人认为是放射性同位素蜕变放出的热等等。究竟哪一种说法对呢？我们还是先来算一笔细帐吧！

通过测定，太阳每年发出的总热量约是 3×10^{33} 卡。太阳的质量是 2×10^{33} 克，所以太阳上每克物质每年发出1.5卡的热量。根据地质资料，在太阳已存在的46亿年内，它每年所放出的能量基本上没有什么变化。因此太阳上每克物质至少已放出了69亿卡的热量（一克煤至多只能放出2,200卡热量，只及此数的三百一十万分之一）。照这样，太阳只能“活”一千五百年，这与实际年龄差得太远了。可见太阳决不是一个大煤球。用不太复杂的数学计算也可证明上述的其

他种种假设也至多只能维持太阳几千万年，因此都不能说明太阳发光、发热的真正原因。

本世纪三十年代，原子物理学的兴起促使很多科学家去积极地探讨太阳内部的核反应，于是有人提出，在太阳内部连续不断地进行着4个氢原子聚变成一个氦原子的热核反应，反应的同时释放出大量的能量。每消耗一克氢就可以放出640亿亿尔格的能量。所以，太阳只要每秒钟“拿出”6亿吨氢就可以达到“收支平衡”了。乍听起来6亿吨是一个十分惊人的数目，但与太阳的质量相比，就显得微乎其微了。因为这样下去50亿年，消耗掉的氢也仅占太阳质量的5%左右。

热核反应学说似乎已很好地解释了太阳能量的来源，可是近年来的研究又发现，若是按这种热核反应进行必然会产生大量的中微子，然而人们费尽心机来捕捉它们，得到的中微子数还不足理论估计值的1/3，这件“中微子失踪案”至今还悬而未决。再加上最近又发现整个太阳表面像心脏那样在作有规律的跳动——每5分钟有一次振荡，这也无法用热核反应来解释。因此，不少人对这种理论还有怀疑。所以，太阳的“燃料”问题，即太阳怎么会发光、发热的问题至今还没有真正圆满地解决。

63．应当如何观测太阳

太阳上有许多动人的景象，但是太阳光使人无法直接用肉眼来观看，只有在早晚太阳升落或有大雾的时候才能正视太阳，故用肉眼最多只能看到上面的大黑子，其他的细节就难以看清了。有人说在望远镜里就能看清太阳上的活动，这是一种极荒唐的说法，千万不能用望远镜直接观看太阳。因为太阳的表面温度有摄氏 5700 度左右（中心温度可达一千万度以上），它发的光相当于三千万万万万万万支蜡烛发出的光，这么强烈的光如用望远镜去观看，就等于把这些光聚集到眼珠上，这样，眼睛很快就会灼伤、烧坏的。

那么，应当怎样观测太阳呢？我国古时候有一种很简便的方法，在地上放一盆油或加入少量墨汁的水，人从盆里观看太阳像。若是用望远镜观测，则可以在望远镜的目镜后面加上一张白纸或一块平板，让目镜中的太阳像投影到纸上或板上，肉眼就可以在这太阳像上看到太阳上的黑子、米粒等等有趣的景象了。

64．太阳在宇宙中怎样运动

现在，一般人都知道地球和其他行星都在绕着太

阳运动，而对于太阳本身在宇宙空间是不是在运动，却很少有人关心，实际上太阳也在不停地运动。首先，太阳在自转着。它自转的方向也是自西向东与地球相同，所以从地球上看来，黑子在日面上是自东向西运动。但是太阳不是固体球，所以各部分旋转的角速度不一样，赤道区速度最大，转一圈只要25天，在纬度60度的地方转一圈等于26.63天，到了纬度80度的地方转一圈就要35天。而且太阳还是斜着身子在旋转的，只是它的“赤道面”与地球绕太阳旋转的轨道面的夹角只有7度11分，比地球的倾斜角小得多。

此外，太阳还在恒星之间运动着。它率领着它的一家“子孙”——太阳系，以每秒20公里的速度向天上的亮星织女星旁边一点的武仙座运动，这叫做太阳的“本动”。我们的太阳又是银河系中一颗普普通通的恒星，整个银河系一直在自转，因此太阳的第三种运动是和其他恒星一起，绕着银河系的中心——人马座方向转动，太阳的绕银心的转动速度几乎有274公里/秒。

太阳以这么大的速度运动着，我们为什么看不出来呢？这是因为恒星离我们非常遥远，因此尽管它“带领”太阳系运动得很快，我们仍感觉不出来，这就象我们觉得一只从我们身旁掠过的燕子飞得很快，

而看在高空中飞行的喷气式飞机觉得很慢，甚至象不动似的。可是，实际上谁都知道喷气式飞机飞得比燕子不知要快多少呢！

65. 太阳上真有“黑子”吗

自古以来，人们以为天上的东西都是完美无缺的。太阳也一定是个表面光滑、均匀的圆球。从亚里士多德（公元前四世纪）以来，这个错误的概念在西方统治了人们一千多年，直到十七世纪初，望远镜已经用于天文观测以后，欧洲居然还发生了这样一个“笑话”：一个名叫席奈尔的天主教士在用望远镜作太阳观测时，发现太阳上面有不少黑斑，无论他怎样调焦，这些黑斑依然存在，于是他怀着十分惊恐的心情，慌忙向主教报告。那知，趾高气扬的主教大人还没有把话听完就对席奈尔说道：“去吧，孩子！放心好了，这一定是你的玻璃或者你的眼睛上的缺点，才使你错误地把它当作了太阳上的黑斑。”他们宁愿充耳不闻事实，也不敢去亵渎臆想中的神灵。

但太阳上却千真万确有着黑子。我国古代劳动人民早在公元前就发现，并作了记录。其实，黑子是相对光耀夺目的太阳而言的，本身并不真是黑的，因为它的温度还有四千多度，仅仅比其周围低一千多度。

小黑子的大小仅几千公里，生存时间只有几天，甚至只有几小时。大黑子的范围可达十多万公里，寿命也可长达十多个月。而日面上黑子数目的多少有十一年的周期变化，在太阳活动厉害时，黑子可多达上百个，而在极小期间，甚至可以几个月找不到一个黑子。现在知道黑子是一种带有很强磁场的巨大的气流旋涡，黑子的活动对于地球上天气的长期变化、磁暴、无线电通信等都有重要的影响。

66. 太阳上有哪些动人的“镜头”

太阳上除了黑子以外，表面还有很多奇特的东西，如光斑、米粒、针状物、冲浪、千姿百态的日珥和惊心动魄的耀斑。

光斑是一种比周围高100多度的明亮斑点，但在地球上只能在太阳圆面边缘地区才能看到，它与黑子有着密切的关系。米粒则与黑子基本无关。这种密布于太阳表面、形如大米的明亮小颗粒，它的平均直径大约1000公里左右，彼此相隔1500公里上下，温度比四周高300度左右，但米粒处于不断变化中，大多数只几分钟便消失，不久又出现新的米粒……。

然而最动人的景象还是日珥。只要挡住日轮的耀眼光芒，就可看到日面像一个剧烈沸腾着的油锅，不

时还有巨大的气柱腾空而起，这就是日珥。日珥的形状宛如黄山的怪石，变幻莫测，有的美如拱桥，有的乱如草丛，有的象公园的喷泉，有的如节日的礼花。它们的大小也很不相同，一般长为20万公里，厚5000公里左右，通常可以升空几万到几十万公里，个别的还可到百万公里之上，喷发的速度也可达每秒几百公里！

日珥还有不少令人不解之谜，它的温度一般在5～8千度之间，而它升空后却常停滞在高达一、二百万度的太阳大气最外层——日冕中，既不坠落也不瓦解，这就像炉火熊熊的炼钢炉内居然有块不化的冰一样奇怪，而且日珥的密度还比日冕高一千到一万倍！二者居然能长期共存，实在令人费解。

67. 太阳上有没有新的元素

中国有句成语叫做“天壤之别”，用来形容两种根本不同的东西。的确，从形态上看来，太阳和地球有什么相同之处？但是，实际上组成太阳的70多种化学元素，都能在地球上一一找到。这种类同现象有些像煤和金刚钻，虽然它们的物理性质大不相同，但却都是由碳组成的。

历史上曾经有过两段小插曲：1868年8月18

日，印度发生了一次日全食，有人声称在日珥中发现了一种地球上没有的新元素，他们称它为氦（Helium 希腊文中“太阳”的意思），但它的性质就像它的名字一样神秘莫测。难道地球上真没有氦吗？这个谜团困惑了人们20多年后，终于在1895年，人们首先在钇铀矿中，后来又在空气中找到了这种“太阳元素”——氦。

之后又有人在日冕的光谱中，发现了20多条来历不明的陌生发射谱线，因为长期找不到“失主”，一些人又认为它是地球上没有的新元素，又起了雅号：“氪”，不过这次并没有人去兴师动众，大多数人只是先作理论探讨。终于在1939年被人们搞清了，原来它们是地球上最丰富的元素之一——铁，在特殊条件下的“怪胎”。由于日冕上的温度高达百万度以上，使铁原子失去了9～14个电子，因而弄得面目全非，几乎成了“氪”。现已探明，太阳上除了最丰富的氢、氦元素外，依次还有几种元素稍多些：氧、碳、氮、氖、镁、镍、硅、硫、铁、钙。最后的60来种元素的含量则是极其稀少、微乎其微了。

68. “太阳活动”与人类有什么关系

在我们的“肉眼”看来，太阳似乎是千古不变

的，表面是完美无缺的，但实际却并不如此，太阳表面从无平静的时刻，尤其当它产生一种“耀斑”时，会突然抛出大量的质子和电子，严重地破坏地球上的电离层，从而造成短波无线电通信中断。据说，1960年美国进攻古巴吉隆滩、1968年苏联践踏捷克，都曾利用过太阳耀斑爆发所造成的这种通信中断。

太阳耀斑还会极大地扰乱地球的磁场，使指南针发生剧烈摆动，甚至反指，这也会给航行、勘探带来严重的影响。

太阳活动还包括黑子活动，大约以11年为周期，近年来发现，这可能会影响地球上气候的长期变化，太阳黑子的多少与大气环流、雨量变化有着复杂的关系，另外地震的统计资料也发现隐含着11年的周期性，甚至有人还认为，太阳活动情况还会直接影响树木的生长和诱发某些疾病……。

由于太阳活动在很多方面影响着我们人类的活动，特别是在我们已进入宇宙飞行时代的今天，如果不考虑这种太阳活动，那必然要造成严重的“宇宙事故”。

69. 太阳会不会熄灭

太阳是地球的母亲，万物生长的源泉，人们自然

十分关心它的过去和未来。尤其是太阳会不会象火炉那样，有朝一日熄灭了？那时人们怎么办？

自然辩证法告诉我们，任何一个具体的天体都处在不停的运动变化之中，都有它发生、发展和灭亡的历史，所以，我们的太阳必然也有它灭亡——熄灭的一天。从这个意义上说，人们的担心是有道理的。但从另一个角度看，这种担心又完全是多余的。天体演化的时间尺度不是以年、月、日计算的，甚至几千几万年也不在天文学家的"眼里"，从星云凝聚为太阳到今天已有了近50亿年的"高龄"了，而根据恒星演化的理论，太阳至少还要经过50亿年后才会进入它的暮年阶段。那时，它先变为一颗红巨星，身体发胖、发胖……，终于"吞掉"了水星、熔掉了金星、烤焦了地球、火星……。不过，这是一种"入不敷出"的局面，最后必然坍缩为一颗具有极高密度的小小的白矮星，最后慢慢地"熄灭"。不过那是50多亿年以后的事了。可以预料，那时人类早就征服了银河系……。

70. 月球上有没有嫦娥、玉兔、广寒宫

自古以来，谧（mì）静皎洁的月儿极富诗情画意，因此关于月亮的美丽的神话故事特别多，在我国就有嫦娥奔月、吴刚伐树、唐明皇游月宫的传说，实际

上这都是古人寄寓了他们对美好生活的憧憬和向往。

望远镜发明后，人们发现月面上荒漠异常，表面粗糙不平，更没有嫦娥、玉兔，广寒宫，然而人们还是百看不厌，后来还画出了各种详细的月面图，给月面上三万多个环形山、二十多个“海”一一起了名字。今天人们对月面的研究已是那么深入，难怪一些人说：“天文学家对月球表面的了解远比地质学家对海洋下地表情况的了解多得多。”1969年后，美国已有六批宇航员共12人先后登上了月球，进行了多种科学试验和实地考察，因此不论正面反面，人们对它的表面特征，可以说已经了如指掌了。

月球正面上最突出的是布满月面的大大小小的几万个环形山，大的可装得下一个海南岛，小的只不过是一个坑洞。其次是面积占50％以上的16个“海”（地面上看到的阴影部分），不过这种海是徒有虚名，因为那儿不仅没有惊涛骇浪，就连一滴水也找不到。另外，月面上还有些真正的山脉和陡壁，地势比地球上的山丛更为险峻。不过最富特色的是明亮四射的辐射纹，最长的辐射纹可以延伸1800公里，相当于从北京一直到兰州（图17）。

根据登上月球的宇航员的印象，“月球像战场一样，坑穴重迭，群山环抱，有一层厚厚的乱七八糟的


图 17　美丽的月球

松土浮尘。”“它满目荒凉，没有丝毫生气，不是黑就是白，没有一点其他颜色。”

71. 为什么月亮有时弯弯两头尖，有时大如银盘

苏轼《水调歌头》的词中有这样两句：“人有悲欢离合，月有阴晴圆缺”。确实，月亮在天空中每天都有不同的面貌特征，古代不少民族还把它作为制定历法(太阴历)的依据。为什么月亮会有不同的相貌（天文上称之为“位相”）呢？这个原因并不复杂，因为围绕地球运动的月球本身不会发光，它只是靠反射了太阳光才为人们所看到，因此这种朔望的位相变化完全是由太阳、月亮、地球的相对位置决定的(图 18)。每次朔望变化相隔的时间为 29.53059 天，人们称之为朔望月。

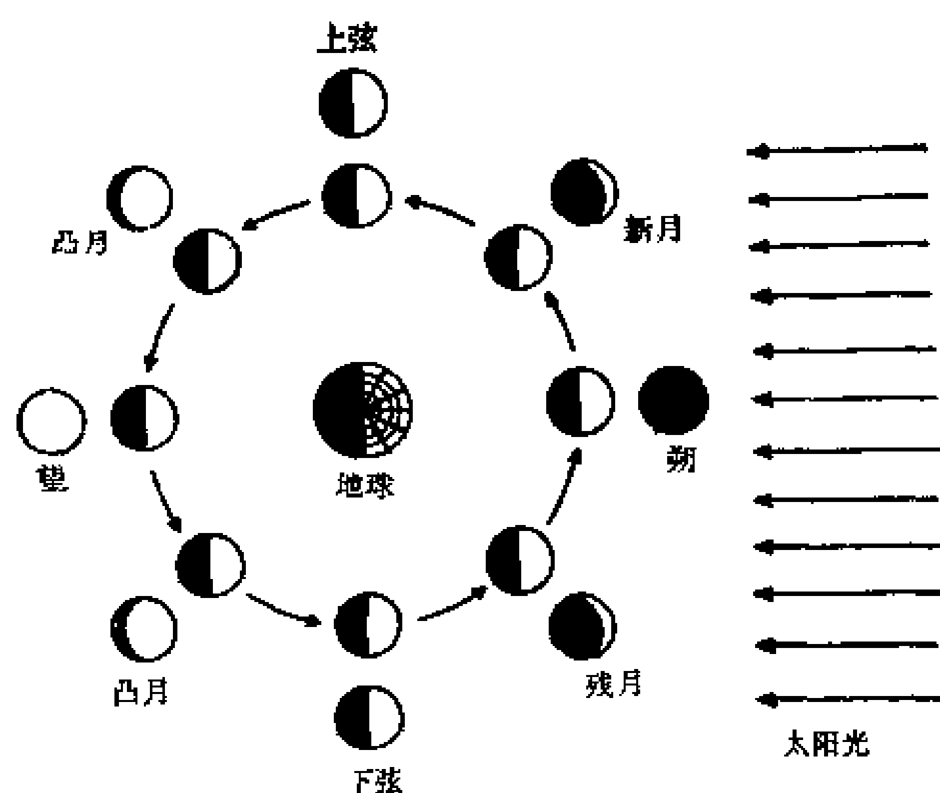


图 18　月球的各种不同位相

72. 满月的光是半月(上弦或下弦)光的两倍吗

满月发出的光从天文上说，相当于一个星等为 -12.7 等的星，或可比作一盏挂在 5 米远处的 25 瓦电灯。乍一想来，满月的圆面正好是两个半月，那末半月发出的光理应是满月的一半。

实际的测量告诉我们，无论上弦还是下弦，半月发出的光度仅是满月的 1/12！这是因为，月亮照到地球上的光的强弱不仅取决于它的面积大小，而且还与光传播的方向、角度有关。从图 18 可看出，满月时，月亮与太阳、地球几乎是“面对面”的，光直来直去，而上下弦时，日、月、地构成了 90°的角，地球在月亮

的侧面。这样光要弱得多。加上月亮上山和“海”的反照率（反射阳光的本领）相差悬殊，它们在两半球分布并不对称，上弦月也比下弦月亮6～7%，正是这两个原因，才出现了这种似乎令人想不通的奇怪现象。

73．月球的背面有什么新发现

在五十年代以前，人们并不知道月球背面的情况。1959年，苏联发射了一枚宇宙火箭——“月球3号”自动行星际站，它在10月7日（正是月背面“白天”的时候）绕到了月球的背面，在离它7900公里的高度，用电视摄影机“抢”了不少珍贵的镜头，从而使人类第一次了解到月背的概貌。

粗看起来，月球背面的地形与正面差不多，只是更加起伏不平而已。背面的环形山更多，其中有四座以中国古天文学家的名字：石申、张衡、祖冲之、郭守敬来命名。还有一座“万户”山则是中国古时的官名。月球半径的最长处和最短处都在月球的背面。现在还发现，月背面的月壳比正面厚得多。其原因还不太清楚。

74．人类是怎样实现登月的

自古以来，人们就一直梦寐以求遨游太空。六十年代，美国制定了一个阿波罗（Apollo）计划。“阿

波罗”，原是西方神话中的太阳神，现在用来命名探索月球的宇宙飞船。美国先后共发射阿波罗飞船17次。经过多次环球飞行和探身太空试验后，1968年圣诞节那天，阿波罗8号的三个宇航员首先绕月球飞了10圈，他们最近时离月面只有112公里。这是人类第一批环月旅行者。后来的9号、10号也带着宇航员环游了月球，完成了各种模拟的登月试验，为后来的11号飞行员选择了最佳的着陆点。

1969年7月，阿波罗11号在美国百万群众的欢呼声中启航了，三名宇航员在三天之后到达了月球上空。7月21日凌晨3时，N·阿姆斯特朗和E·爱德林走出了登月舱，月球上留下了第一个人类的足迹。阿姆斯特朗在月面上逗留了2小时47分，爱德林比他停得时间稍短些。他们在月球上做了不少科学试验，完成了预定计划。他们与空中的伙伴会合后，终于在7月24日4时49分安全着落在太平洋上。

阿波罗登月揭开了人类进入另一个天体的新篇章。难怪当阿姆斯特朗第一脚踏上月面时，说了一句意味深长的话：“对一个人来说，这是一小步；但对人类来说却是一大步。”

的确，这是很了不起的一大步。

后来，除了阿波罗13号因中途发生意外故障未

能上月球外，12号、14号……17号都将宇航员送上了月球，先后一共六批12人。其中最后一个上月球的是美国工程师塞纳。

75. 为什么月亮上没有水和空气

不论我们用多大力气向上抛东西，它总是会落回地面，这是因为地球的引力的关系。正因为如此，地球才能拉住厚厚的大气层。月球的质量较小，它表面上的引力只有地球的1/6，所以在月面上，只要物体的速度达到每秒2.4公里（比炮弹快上一倍）就可逃离月球而去。我们知道，气体分子都在高速运动，尤其在阳光的加热下，不少分子的热运动速度都超过了这个值。因此，即使月球原来有比金星还稠密的大气，经过几千、几万年后也早逃光了。

水在月面上也会遇到同样的厄运。因为在真空中，水很快就会汽化挥发，加上在阳光的照耀下，月面上可达127°C的高温，所以即使原来月面上全部是汪洋大海，亦早已化为气体散发到宇宙空间了。

76. 为什么月球上的温度变化如此剧烈

我们地球上因为有大气层保暖，海洋调节，故昼

夜的温差并不大。但是月球上没有大气也没有水，加上每次白天太阳连晒十多天，黑夜也长达近半个月，所以白天、黑夜的温度差别十分大。据科学家们测定，在太阳垂直照射下的月面上（相当于赤道中午时）温度可达127°C，而只要太阳一没入地平线，温度计上的水银柱便一落千丈，到深夜竟可降至-183°C；一昼夜温差可达310°C；

有趣的是，即使在白天，月面上各地的温度也并不相同，有阳光照射的地方可以把人烤焦，而在巨石或山谷的阴影中，又会降到零下几十度，这是地球上不会遇到神奇的事情。

77. 月球上的山与地球上的山有什么不同

据月球探险的宇航员说，最先映入他们眼帘的是数不清的环形山，它们重重迭迭，密密麻麻，星罗棋布。不过有些“环形山”如在地球上并不能称之为山，因为它们的形状像火山口或陨石坑。一般月面环形山都有一个圆形的环带，它的内侧较陡峭，外侧的坡度很小，在一些大环形山中央的平坦部分，往往还有一个中心小山（图19）。

环形山的大小相差悬殊，最大的直径达295公里，位于月球的南极附近，最小的仅几厘米。至于环

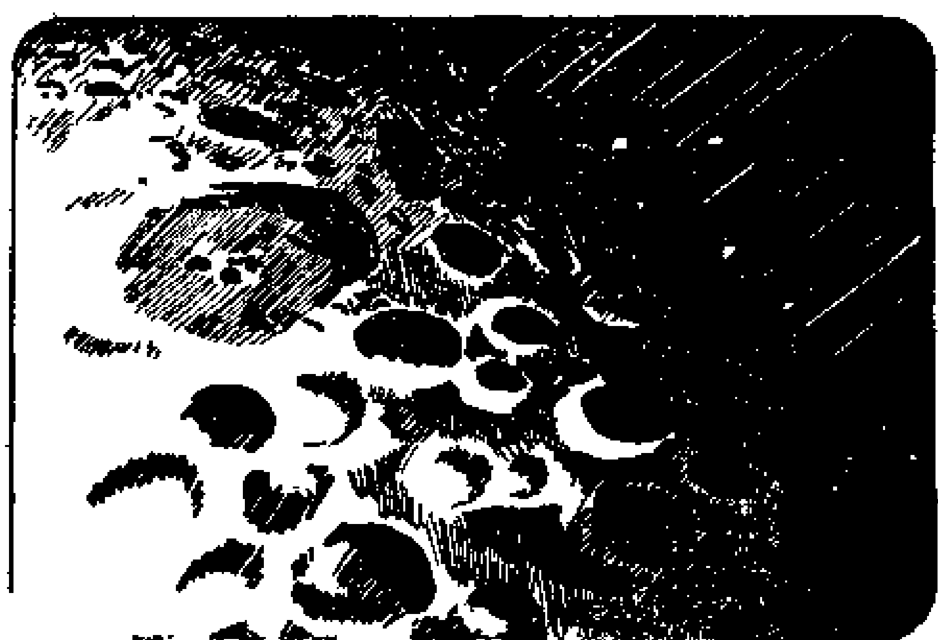


图 19 月面上的环形山

形山的起源，大多数人认为是落在月面上的陨星撞击的功劳，但也有少数人认为有一部分是火山爆发造成的原因。

当然，月球上也有一些真正的丛山峻岭，这种山脉（如阿平宁山）除了比地球上的山脉坡度更陡峭、山脊更尖利外，并没有更多的本质区别。

78. 月亮上的“天”是什么样子的

居住在地球上的人类所看到的天空美丽动人，蓝天白云，阳光温暖；夜间，群星争辉、月光皎洁，即使是乌云翻滚、电闪雷鸣，也显得气势雄伟磅礴。

可是到月亮上，一切都改观了，虽然阳光更加明亮刺目，但在它的上空却有满天的星斗，无论白日黑

夜，天空永远漆黑一团。因为没有大气，所以从无变幻莫测的美丽云彩，也不会有风风雨雨的万千气象。但在月亮上看日出，却另有一番奇景。因为没有大气散射光的干扰，所以在日出前几分钟，月球的“地平线”就被日冕淡淡的光照亮了。这对天文学家倒是一个很有刺激性的好消息。太阳刚从地平线露面，银白色的耀眼光芒就四周散射开来，上下一样通明，故登月的目击者说：这种景象“很难形容”。

地球上太阳东升西落，昼夜24个小时，可是在月球上，太阳升起后要两个星期后才落下，因此星斗的移动也比地球上慢得多。不过，月面上的观测者看到的最楚楚动人的“天体”还是我们的地球。地球在月面（正面）的天空中的位置几乎是不变化的，但它却在不停地自转，而且更妙的是，它也有圆缺盈亏的位相变化。在“满地”的时候，它把整个月面照得通亮，因为这时候，地球发出的光比满月强80倍。对于一个栖身在荒漠的月面上、满眼只有墨黑、雪白两种相反颜色的宇航员来说，挂在月球上空的地球简直就是一幅赏心悦目的名画，深蓝色的海洋中有着大块黄色或棕色的陆地，不时还有美丽的白云在上面飘荡，难怪那些宇航员都情不自禁地大声赞美我们的地球是“漂浮在广阔宇宙空间中的最美丽的绿洲”了。

79. 月亮为什么不会掉下来

根据万有引力定律，地球和月亮之间也存在着巨大的吸引力。那么，为什么不像苹果那样掉下来呢？这个道理并不复杂，如果用一根绳子拴着一块石头，然后甩着它旋转，只要转得快，石块就决不会掉下来。月亮绕地球的速度有1公里/秒，这就是使它能克服地球的引力而不下落的原因。如果月亮的速度不快，它就难免要落下来。同样，要是人们在甩石头的时候突然松手或绳子突然断裂，石块将沿切线方向飞走。地球与月亮之间的引力就象一根拉紧的绳子，如果引力突然消失，月亮就会像断了绳的石块沿着切线方向飞走。因此，地球和月球之间的引力，就像是一根无形的绳子将地、月拴在一起，使月亮绕地球运动。

80. 月球是从哪儿来的

月球从何而来，这不仅使天文学家们苦思冥索，也常是一般人极想知道的问题。

1879年，提出“进化论”的达尔文之子，小达尔文从研究地质及潮汐出发，认为月球是在很久以前从太平洋那儿分裂出去的一大块物质，开始时它离地球很

近，因潮汐作用使它慢慢离开。他指出，月球的质量很小，而且太平洋底也的确没有通常应有的大陆花岗岩。

第二种看法认为，月球原来是个小行星，后来才成了地球的"俘虏"。因为二者的平均密度很不一样，月球轨道面也不与地球赤道面相重合。瑞典天文学家阿尔文甚至主张，月球与火星在同一区域内形成，年龄比地球更大，在它刚被地球抓住时，它还是逆行的（即以自东向西的顺时针方向绕地球转动），而且后来它把地球原来有的几个小卫星"吞"掉了，形成了今天月球上的"月瘤"。

还有一种"共同形成说"或"同源说"。认为地球和月球是由同一块原行星云形成的，因地球凝聚得早，所以中心是铁、镍等重元素，而月球是后来的残余物质形成的，因而与地球的成分、密度不一样。

最近，更多的人倾向于第四种假设，即地球刚形成时的温度很高，那时它向周围挥发出不少可挥发物质，后来它们冷却凝聚为月球。当然，最后的结论还有待进一步地探索和研究。

81. 日、月食是"天狗"吃太阳、月亮吗

日食、月食都是非常壮观的天文现象。尤其是日

全食时，一轮光芒四射的阳光忽然被一团黑影遮住，大白天刹时间变成繁星闪烁的黑夜，连动物也惶恐不安地逃回自己的巢穴，因此古人们对此无不惊恐万分。加上统治阶级的需要，“天狗吃太阳”、“蟾蜍吃月亮”等荒诞无稽之说也就不胫而走。

历史上这种自然现象曾引起过不少轩然大波，但也有几次却起到了“超自然”的喜剧作用：公元前585年5月发生的一次日全食，就喜剧性地把一场在如今土耳其的安纳托利亚高原上的血战制止了，因为正在激烈撕杀的米迪斯和吕底亚（古希腊的两个部族）的勇士们都以为这是上天不满他们的互相杀戮，于是这两个怨结五年的部族言归于好。还有一次是发现美洲新大陆的哥伦布，他曾巧妙地利用了1504年一次月全食的机会，来吓唬与他为难的加勒比土著居民，使他们摆脱了一筹莫展的困境，继续了伟大的航行。

82. 日、月食是怎样形成的

日、月食虽然神秘、壮观，但道理却很简单，因为月球和地球本身都不会发光，在太阳的照耀下，它们后面都有一条长长的黑影，而月球在绕地球运动时，有时会走到日、地之间，恰使三者联成一条直线，

这样在月影扫过的地区内，A处就可看到罕见的日全食。它旁边的地方B处则可看到日偏食(图20)。而月食却不同，它是月球运动到地球背后的影锥中，由地球挡住了射到月球上的光造成的(图21)。

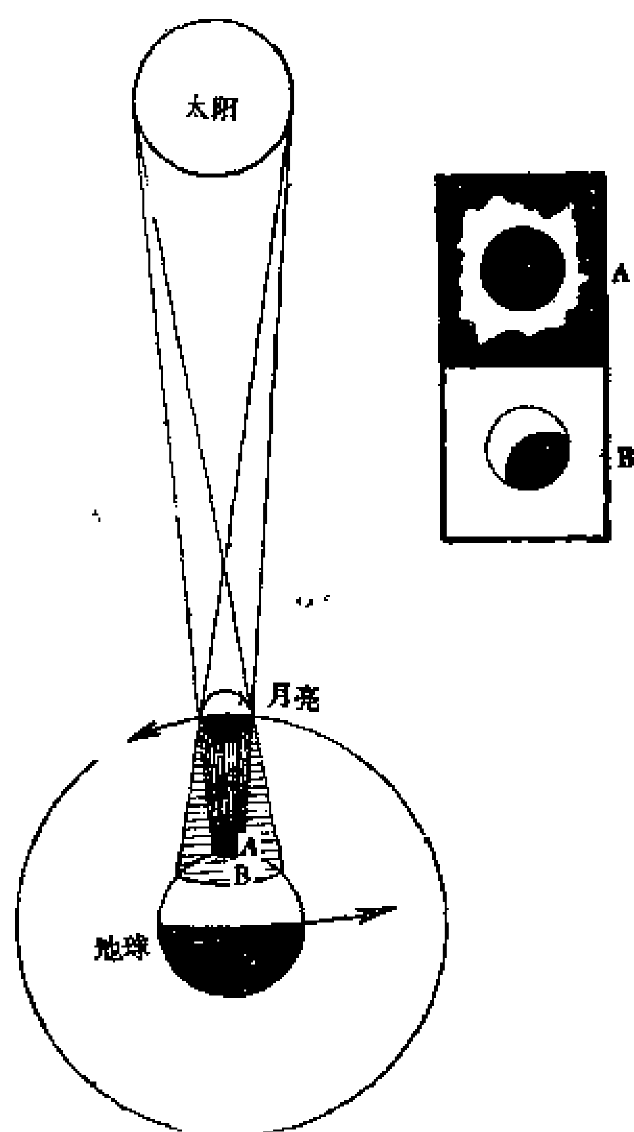


图20　月球挡住了阳光就发生日食
A 处所见的是日全食
B 处所见的是日偏食

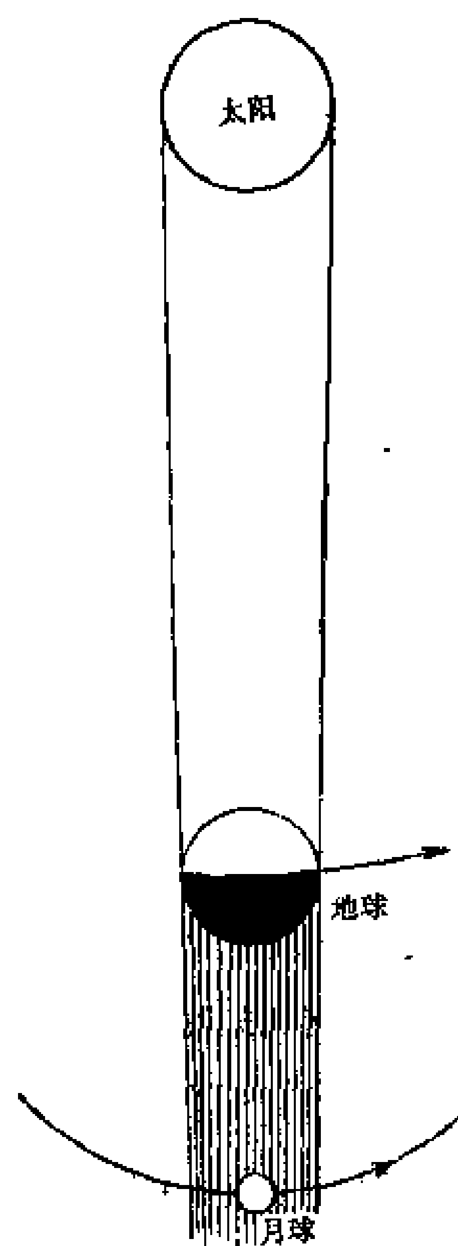


图21　月球跑进了地球影锥就发生月食

83. 日、月食有什么规律

月食是月球走到日地联线的中间位置，因此它都发生在“朔日”（农历初一）。月食是地球居中，月球在后，所以总在“望”时（农历十五、十六）。但月球轨道面（称为白道）平面与地球轨道面（称为黄道）平面有5°8′的交角，所以并非每月初一都有日食，月中都有月食。显然，只有太阳在黄、白道交点附近15°～18°时的朔、望日才有日、月食发生。所以每年发生日、月食的次数也有限，最多不过七次。如1935年有5次日食2次月食，1982年则有4次日食3次月食。最少的年份至少也有两次，如1980年就只有两次日食而没有月食。大多数年份是两次日食、两次月食。

因为日、月食完全取决于地球、月球的轨道运动，所以它就有一定的规律。古代巴比伦人早就发现了“沙罗周期”，即差不多18年零11.3天后又会出现另一次类似的日食，如1980年昆明的日全食在2月16日，而在1998年2月27日也必然会有一次日全食发生（但具体地点和时间各次不同）。我国汉代时也曾发现过类似的周期规律。

84. 日、月食有几种类型

因为地球绕太阳及月球绕地球的运转的轨道都是椭圆，因此彼此距离一直在变化。同时太阳又比地球、月球都大得多，所以地球、月球的影子实际上中间是个影锥，两旁还有巨大的半影地带，这样使得日、月食也有各种不同的类别。

日食有四种：日全食、日偏食、日环食、日全环食。月食也有月全食、月偏食和半影月食的区别。

1）日全食：地面上落入月球影锥内的居民都可看到短短几分钟的壮丽的日全食。因为那儿在短短几分钟内完全是“暗无天日”照不到阳光的（图20A处）。

2）日偏食：在月球半影笼罩的地区内看来，月球只挡住了一部分太阳，日偏食景象远不如日全食，天空亮度几乎不变，甚至一般人都无从察觉呢（图20B处）；

3）日环食：当日食发生在月球处于远地点附近时，月影锥的顶点还达不到地面，这时地球上除了半影外只有“伪本影”（图22）。处于伪本影地区内看到的则是绚丽的日环食（也称金环食或珍珠食）。这时黑暗的月球只挡住了太阳中间的部分，边上还有一小圈金光

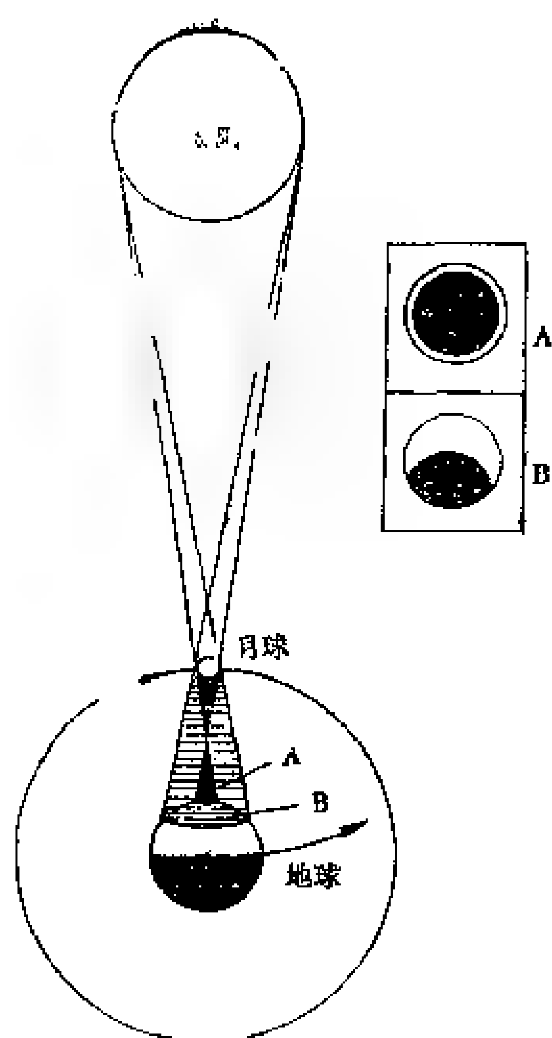


图22　日食时，若月球离地球较远则发生日环食

灿灿的太阳光环，景色也十分动人。

4）日全环食：月球影锥顶点如刚好在地面上，这时有可能出现极其难得的日全环食，即有的地方看到极短时间的日全食，而有的地方（在它东、西二侧）却只看到日环食，当然南北二侧仍是日偏食（图23）。

5）月全食：月球落入地球本影锥中，这时半个地球（夜间那一面）上的居民都可看到月全食。不过仔细观测就可发现，月全食时月球并不完全黑暗，而呈神秘的古铜色，这是地球大气把太阳光中的红光折射落到月球上造成的。

6）月偏食：月球始终只有一部分进入地球本影锥。这时人们看到的黑影只挡住了一部分明月——月偏食。

7）半影月食：月球只进人地球的半影区域，因

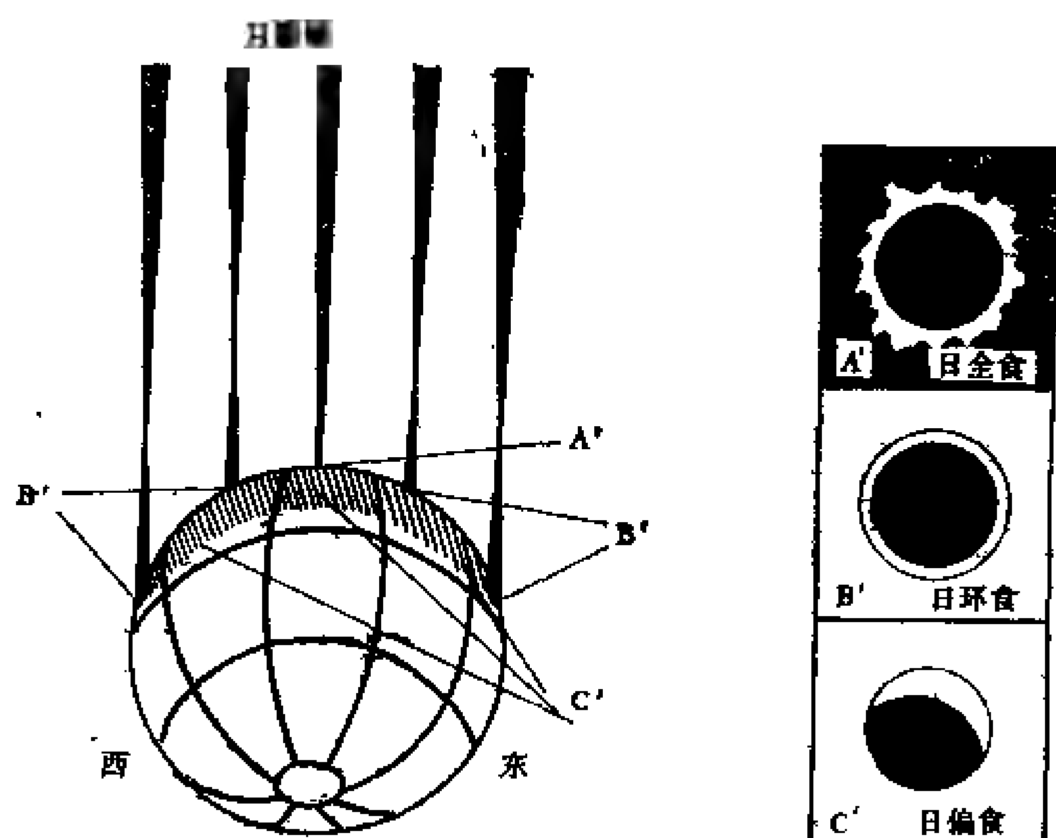


图 23　月球影锥顶点刚好在地球表面时，则发生日全环食

为这时射到月球的阳光也减弱了，所以它的亮度也变弱了，不过实际上大多数半影月食肉眼都不易察觉出来。

根据天文学家长期统计，平均每世纪内日全食 67.2 次，日偏食有 82.5 次，日环食 82.2 次，日全环食 4.8 次，月全食 70.4 次，月偏食 83.8 次，半影月食 89 次。

85．月球上能不能看到“日月食”

日食无疑是最为壮观的天文现象，颇有些“惊天

地、泣鬼神”的气魄。不过对地球上某一地方而言，平均要360年才有一次短短几分钟的日全食，故有此眼福的人并不多。

可是在月球上看日食却很容易。因为月球上的日食就是地球上看到的月食，也即是地球挡住了射到月球上的阳光。在月亮上看地球比太阳大得多（视直径为太阳的3.7倍），因此不仅机会很多，而且每次时间也可长达一个多小时。

然而，月球上的日全食却并不惊人，因为那儿的天穹本来就是乌黑的，而且挡住太阳的“天狗”是我们的地球，比太阳圆面大得多，所以也看不到瑰丽的色球和多姿的日珥活动，仅仅只能勉强看到一些外冕而已。不过有一点是很特别的，因为地球大气可把太阳中的一部分红光折射到月面上，所以在月球上日全食时，月球沉浸在一片暗淡的古铜色的光辉中，这倒是很带有神秘感的。

月亮上永远不会有“月食”——确切地说，是“地食”，因为月影只能遮住地球上区区一隅，永远无法盖住整个地球。

86. 观测日全食有什么科学价值

太阳是地球上一切生命的主宰，它的任何细微变

化都与我们休戚相关，因此详细研究太阳是十分必要的。可是，我们平时只能见到耀眼的光球，对位于光球之上、与“太阳活动”密切有关的色球、日冕却“视而不见”，只有当月球挡住了太阳光球的万丈光芒后，我们才可以对它们进行端详。

日全食观测为验证广义相对论立下了汗马功劳。1916 年爱因斯坦发表了广义相对论，预言了光线在引力场中会歪曲等现象，当时人们对此将信将疑。1919 年，英国天文学家爱丁顿组织了两支观测队伍，分赴非洲的普林西比岛和巴西的索布拉尔，利用 5 月 29 日日全食造成的短暂黑夜，拍下了太阳附近的恒星，完全证实了爱因斯坦的预言，成为广义相对论的第一个实验证据，从而轰动了世界。

日全食所提供的短暂黑暗，还有很多“用途”，如：检验“引力屏蔽”，搜索至今仍是疑案的“水内行星”及新的掠日彗星，研究地球大气电离层和地磁的变化……。因此科学家们特别珍惜日全食的机会，不少国家早已建立了一支兵强马壮、机动灵活、装备精良的专门观测队伍，他们常常跋山涉水，远渡重洋奔波于世界各地，以追逐这价值连城的几分钟。我国的日全食综合观测虽然起步较晚，但通过 1968 年新疆日全食和 1980 年在云南边境日全食的观测，也获

得了不少重要的成果，积累了许多宝贵的经验，一支年轻的日全食观测队伍正在迅速成长起来。

87. 没有仪器能不能作日全食观测

利用日全食的宝贵机会做精密的科学实验当然离不开熟练的技巧、丰富的经验和一系列仪器设备。这些条件对于广大天文爱好者来说，常常是无法具备的。但是，我们可以因陋就简，借鉴于我国古代的一些观测方法，仍可一饱眼福。这些方法相当简便：如用烟把玻璃熏黑，透过它也可以看到太阳被一轮黑影蚕食的过程。也可以在地上放盆麻油或墨汁，利用盆中的映像亦可欣赏到日全食的奇景。

广大天文爱好者还可以利用日全食的机会观察动物的反应、气温的变化、记录准确的时间……。这次云南日全食的研究项目中，中国自然科学史研究所及上海、北京的不少青少年天文爱好者就用这些方法作了这些观测，得到了不少结果。

88. 为什么见到日食的人比见过月食的人少

从上知道，每年的日食次数是2～5次，月食是0～4次，显然日食次数较多。但统计表明，见过月食

的人常几十倍于见日食的人。

这是因为：虽然日食次数多，但涉及范围很小，发生全食的区域往往只局限于宽200公里、长几千公里的地区，见食面积还不到地球表面的千分之一。因此，对于固定的一地面言，则要平均二、三百年才能遇上一次日全食的良机。而发生月食时，只要处在夜晚的半球上的人都可看到，好象剧场中灯光一熄，全部观众都沉浸在黑暗中一样，而日食则好比一根柱子挡光，不坐在柱子影子中的观众是不受柱子影响的。

其次，日全食的时间很短，理论上最长不过7分31秒，至今地面上观测到的最长日全食时间是7分15秒（1955年6月20日在太平洋上）。而1980年的昆明日全食只1.5分钟，通常也不过二、三分钟。所以只要一小朵云彩跟你捣几分钟蛋，那就会使良机尽弃。而月全食一般都可长达一小时以上，就是耽搁了半小时也无妨大局。所以，见到月食的人反而比见到日食的人多得多。

89. 为什么天上的星有“行星”“恒星”之分

远在古代，人们就发现天上的繁星绝大多数的相对位置总是“不动”的。冬天，“猎户”的宝刀常

在头顶闪烁，夏秋又常见“天鹅”展翅北飞……。可是，古人也发现有这么三、五颗星却在星斗中游弋不定，时而向东疾行，时而又裹足不前，甚至向后退过一段距离，又蹒跚而行。所以西方就把它们叫做“流浪者”，而在我国则唤作行星。

最初人们只知道，行星在天上飘忽不定，恒星则始终不动。后来，才慢慢认识到：恒星都是一个个发光、发热的“太阳”，是地球的“叔伯”，而行星都是地球的“弟兄”，不会发光发热。九大行星都在太阳系区域内，相距最多不过几十天文单位，而恒星则散布在茫茫宇宙各处，最近的比邻星离我们也得4.3光年（1光年＝63240天文单位）。所以，虽然恒星一般都远比行星大得多，但即使用最大的望远镜观察，看起来也只是一个小小光点。

然而，近来发现木星、土星等也有热辐射，它们能发出“红外线”，似乎也发“光”、发热，这就使得“行星”的定义格外困难了。所以大多数天文学家现在认为行星和恒星二者之间的区别仅在于质量的大小，根据理论计算，这个极限质量为太阳质量的5%（约为10^{32}克——100亿亿亿吨）。行星质量一旦超过这个极限质量，它内部的压力和温度会把热核反应的“开关”自动打开，发出耀眼的光。木星和土星是行

星中质量最大的两个，它们的质量分别是1.9×10^{30}克。显然，都没有达到极限质量，故仍属行星。

90. 为什么行星不象恒星闪闪眨眼

有首儿歌："星星打开信号灯，一闪一闪把话答"，很形象地写出了繁星闪烁的景象。恒星星光的这种闪烁，也可称作"大气抖动"，其原因是因它们离地球太远，使我们只能看到一个小小的光点，而我们周围的空气，由于各处受热不匀和涡流状况各不相同，而使得它的密度有局部的不规则变动，影响了星光的传播，从而变得好象在闪闪眨眼。

而行星则不同，因为它离我们近，总有一个小小的圆面（虽然人眼分辨不清），故行星的光，实际上是许许多多点的光集聚成的。各点的波动虽然并不一样，但在人眼中，总的平均效果却相差不大。好比每棵杨树的叶子分布排列都不相同，但远远看去总像一个模样。

利用星光是否抖动，也是区分行星、恒星的一种简便方法。

91. 太阳系内有多少颗大行星

很早以前，人们就知道水星、金星、火星、木星和土星。我国古代哲学家还由此创立了"阴阳五行

说”。西方则认为它们分别在不同的五层“天”上。直到哥白尼确立了太阳系的概念后，行星行列中才添上了地球。

1781年，英国天文学家赫歇尔用自制的望远镜发现了天王星，把太阳系的“版图”一下扩大了一倍多。可是后来天文学家们又发现，天王星在轨道上的运动活象一个醉鬼，歪歪扭扭的。大多数人认为这是因为外面还有一颗未知行星在影响它，两个青年天文学家——英国的亚当斯和法国的勒威耶利用天体力学理论，以坚韧不拔的毅力，彼此独立地计算了两年多，才于1846年找到了期待中的海王星。1930年，美国天文学家汤博又发现了遥远的冥王星。但是即使扣除了海王星、冥王星的影响，天王星的运动仍有微小的偏差，海王星也存在有类似的“摆动”，质量只有地球千分之三的冥王星决没有这么大的“神通”，所以不少人认为，在冥王星外还应有未知的行星。

科学家们还计算得太阳的“引力范围”至少可达4500天文单位，这是九大行星范围的100倍，所以“余地”极大。另外，从一些彗星运动的“蛛丝马迹”看来，似乎发现新行星的前景也很诱人。

但是，在目前九大行星的区域内，经过一百多年的探索，尤其是水星的近日点运动得到广义相对论的解

释后，一般认为再想在太阳附近发现新行星的可能是极其渺茫的了。

92. 行星从何而来

关于行星从何而来的太阳系起源学说，现在各国科学家已提出了四、五十种不同的学说。根据它们对形成行星物质来源的看法，大致归为三大类：

1. 分出说：这种学说认为形成行星的物质是从太阳或某个恒星上分出来的。至于分出的原因，可能是被什么天体相碰撞出来的，也许是两颗恒星靠得太近引起潮汐作用拉出来的，或者是内部像火山那样喷发出来的。

2. 俘获说：认为在太阳形成以后，在它绕银河系中心旋转时，途中遇到了一团巨大的星云，太阳的引力俘获了部分星云物质，以后慢慢地演化为行星和卫星。

3. 共同形成说：这是目前最流行的一大类太阳系起源学说。认为太阳和行星都是由一块"原始星云"共同形成的，中心物质凝聚为太阳，四周的则变成行星和卫星。我国已故著名天文学家戴文赛教授所提出的学说也属于这一类。

现在一般人认为，前两种学说有一个最根本的弱

点：因为天体间的碰撞或相互接近的可能性极其渺茫，在银河系中，即使几十亿年时间内，这样的机会也不会有几次。但是从大量的观测表明，银河系中的行星系统数目却有几十亿之多，仅在太阳系周围20光年的范围内，已观测到可能有行星系统的恒星就有4个！

至于共同形成说，目前仍有不少具体细节问题尚未真正解决，因此至今还没有一个能为大家普遍接受和承认的看法。

93. 九大行星的运动有什么共同的特征

在茫茫星空中，行星时隐时现，时进时退。太阳系九大行星的运动很有次序和规律。

首先，它们都自西向东朝一个方向绕太阳公转，而且大多数行星与太阳的自转方向一致，这称为“同向性”；第二，九大行星的公转轨道几乎都在同一平面上（只有冥王星、水星的轨道倾角较大）即有“共面性”；第三，九大行星的轨道虽然都是椭圆，但除冥王星、水星外，都与正圆相差无几——“近圆性”。

这三个很明显的运动特征，决不是偶然的，能否合理地说明它们，常是检验各类太阳系起源学说成立与否的一块试金石。

94. 什么叫“提丢斯一波得”定则

早在1766年，德国一个业余天文爱好者提丢斯就发现行星和太阳的平均距离，即轨道半长径a值中隐含着某种规律，形成了一个简单的数列：4，4+3，$4+2^1\times3$，$4+2^2\times3$，$4+2^4\times3$，$4+2^5\times3$。这个数列很接近于当时已知的六大行星离太阳的平均距离的10倍（以天文单位为单位），后来柏林天文台台长波得，论述了这个规律并加以宣传，故后人均称此为提丢斯一波得定则。更有趣的是1781年发现的天王星正好在$4+2^6\times3$的地方，这样更使人确信在火、木之间，即在$4+2^3\times3$处，还应有一颗行星存在。正是凭了这个坚强的信念，天文学家搜索了近20年，的确在那儿找到了第一颗小行星——谷神星。不过好景不长，1846年发现的海王星的平均距离和定则给出的值相差很大。1930年的冥王星更是不合规则（见表）。

这个规则有没有物理意义，一直是天文界争论不休的问题，不少人至今还认为它只不过是一种数学游戏，充其量只能帮助我们记忆行星的距离。但是也有许多天文学家发现，在一些卫星系统中也有这种类似的规律，因此认为这决不会是无意义的。近代不少太

阳系起源学说都力求完满地来说明这个问题。

附表　提丢斯定则规定的行星距离与行星实际距离的比较

	定则计算值	观测a值	a×10值
水　　星	4	0.387	3.87
金　　星	7	0.723	7.23
地　　球	10	1.0	10
火　　星	16	1.523	15.23
小行星(平均)	28	2.7	27
木　　星	52	5.203	52.0
土　　星	100	9.52	95.2
天 王 星	196	19.2	192
海 王 星	388	30.2	302
冥 王 星	772	39.5	395

95. 怎样划分内行星和外行星

十个指头不一样齐。太阳系的九大行星也有大有小。古代，人们由于受到科学水平的限制，大多着眼于视运动，因此在太阳系内以地球为界，把水星和金星称作“内行星”；把火星、木星、土星等称作“外行星”（图24）。根据这样的划分，内行星一直在太阳附近出没，或者出现在日出前的东方，或者出现在日落后的西边，而且用望远镜还可发现它们与月亮一样有朔望的位相变化，而外行星则没有这些特征。

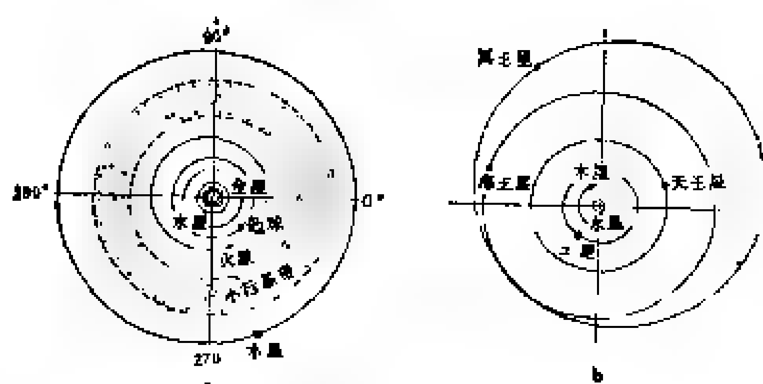


图 24

(a) 内行星轨道　　(b) 外行星轨道

但从整个行星系统来看，显然以小行星区为界更合理：应把轨道位于小行星带内的水、金、地、火称“带内行星”，而把外面的木、土、天王、海王、冥王称为“带外行星”，因为这样大致与根据大小、质量划分的类地、类木行星相对应。“带内行星”相当于体积小、质量小、卫星少、密度大、近太阳的类地行星；而“带外行星”则是体积大、质量大、卫星多、离太阳远的类木行星（冥王星除外）。显然这样划分对研究太阳系问题比较方便。

96. 行星究竟应该分几类

长期以来，人们总是只把九大行星分为类地行星和类木行星两大类，甚至有些天文学家还依此作为出发点，来研究太阳系的起源问题。

可是事实上，这种“科学的分类法”始终未能自圆其说，因为后面总有一条藏不住的“狐狸尾巴”

——冥王星问题。最初人们以为冥王星的质量与地球相差不远（大约为地球质量的80%），半径为3,200公里。但若果真如此，其平均密度竟高达35克/厘米³，这比沉甸甸的铅还重1.5倍！实在令人难以置信。1971年，冥王星的质量重新定为地球的0.11倍，半径是2,900公里，由此算得的平均密度是6.5克/厘米³，还比地球大，所以不少人把它划分为“类地行星”。这样做，“身份”合适，可“户口”不对。如依“住址”把它并入“类木行星”，则又无法说明它的平均密度何以这么大。所以这样划分法冥王星没有自己的归宿。

1978年发现冥王星有一颗同步卫星，这样才把冥王星质量确定为地球质量的0.0024倍，所以，密度事实上为1.46克/厘米³。由此，我国已故天文学家戴文赛提出了与太阳系起源密切有关的行星新分类法，在太阳附近的四个行星：水、金、地、火为类地行星，它们由“土物质”形成；而木、土两个称“巨行星”，主要由“气物质”形成；另外三个行星又划为一类，叫“远日行星”，它们大多数是“冰物质”。这样分成三类行星，可以说明许多太阳系的演化特征。但仍未得最后证认，因此有待于对行星的进一步深入地考察。

97. 为什么行星的自转周期与一昼夜的长度不相等

地球的自转周期(转一圈的时间)是23小时56分04秒，而我们的一天是24小时，这是怎么回事呢?

其实这道理并不复杂。一天，即太阳连续两次升起(或落下，或经过最高点)的时间间隔。自转一圈是对天上某固定点（如某颗恒星）而言的，因为地球在绕太阳公转，而太阳在天球上并不固定（见图10)。设地球一天中，自A绕太阳运动到B处，在A处，地球上M点的人处于正中午，N点的人看到太阳下山，而在B处时M点的人还不到中午，N点的人也得过一段时间才看到太阳“下山”。对地球而言，这个差别并不大，仅4分钟左右，对离太阳较远的巨行星和远日行星，这种差别比观测的误差还要小得多，但对水星、金星误差却有成倍的变化。

附表：九大行星的自转周期和昼夜长度

	自转周期	昼夜长度	两者相差
水星	58.6天	175.5天	116.9天
金星	* -243天	117天	126天
地球	23小时56分4秒1	24小时	3分56秒
火星	24小时37分22秒6	24小时39分35秒	12.4秒
木星	9小时50分30秒(赤道)	9小时50分33秒47	3.47秒

续表

	自转周期	昼夜长度	两者相差
土　星	10小时14分（赤道）	10小时14分1秒34	1.34秒
天王星	24小时	24小时2秒82	2.82秒
海王星	22小时	22小时1秒21	1.21秒
冥王星	6.3867天	6.38715天	38.98秒

*表示金星的自转方向是逆向，即自东向西顺时针方向。其相差值取绝对值。

如果读者们感兴趣，我们也可把这个计算公式介绍给大家：

$$\frac{1}{自转周期}-\frac{1}{公转周期}=\frac{1}{一天长度}$$

或：

$$日长=\frac{公转周期\times自转周期}{公转周期-自转周期}$$

98. 宇宙中有没有其他行星系统

人类在认识宇宙的过程中，从地球中心说（地心说）到太阳中心说（日心说），乃至到宇宙没有中心（宇宙无限），都是认识上的巨大飞跃。太阳在万千的恒星世界中实在是极其平凡的"普通一兵"，无论从半径、质量，还是从光度、年龄来衡量，它都处于"中间"状态，因而宇宙间也应当有亿万个恒星会有自己的行星系统。甚至有人估计，银河系内有10％左右的恒星会有行星。倘若如此，仅银河系内的行星系统便达150亿，这数字比地球上总人数还大两倍！可是

因为距离实在太遥远，不发光的行星系统至今还只是一个理论上的推论，并未有实际的观测证据。不过现已掌握了不少蛛丝马迹。最早引起人们极大兴趣的是离我们 5.9 光年的巴纳德星，这也是找寻行星系统的“第一号种子”。有人指出该行星系统的总质量为木星的 1.7 倍，周期是 25 年。在太阳附近，还有四五个恒星也是大有希望的。

找寻其他行星系统，之所以引起人们广泛的兴趣，主要是这与是否存在“宇宙人”问题密切相关。如果连其他行星系也找不到，会见“宇宙人”岂不是一句空话！

99. 九大行星的大小差不多吗

九大行星其实并不一般大，彼此相差十分悬殊。最大的行星是木星，它的质量达 1.9 亿亿亿吨，比其他八个行星的总和还大得多呢！与地球相比，其半径是我们地球的11倍多，所以木星的“肚内”可装得下 1400 多个地球！

以前，人们认为最小的行星是水星，它只比月球稍稍大一些。1978 年，人们已知道，离太阳最远的冥王星比水星还小得多呢！因为它的质量只有水星的 $\frac{1}{23}$，半径比月球还小 400 公里！如果把冥王星比作一粒芝麻，水星就是一颗绿豆，地球相当于一粒蚕豆，

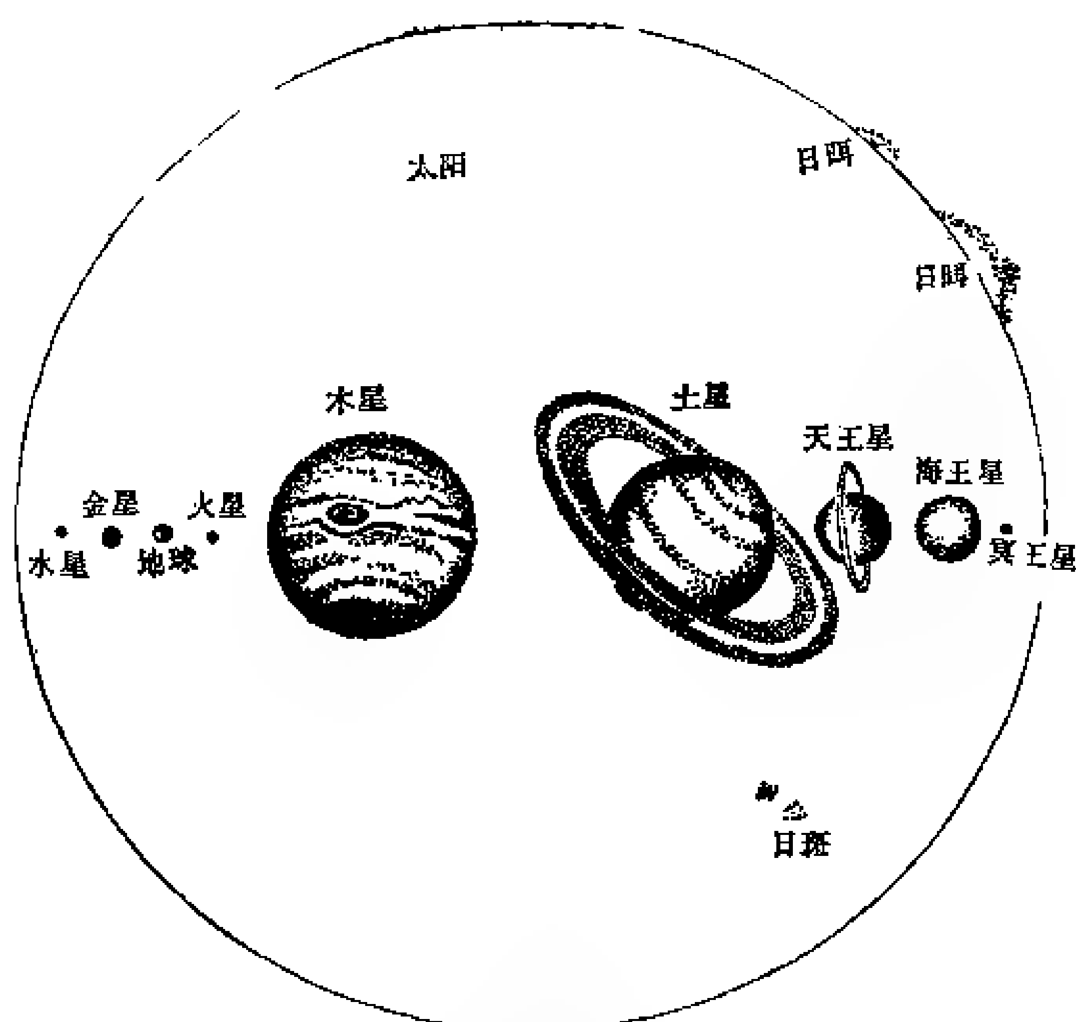


图 25　九大行星与太阳的相对大小

	质量		赤道半径		平均密度
	千亿亿吨	地球质量的倍数	公　里	地球半径倍数	克/厘米^3
水　星	33.32	0.0558	2440	0.383	5.48
金　星	487	0.815	6050	0.949	5.26
地　球	597.6	1	6378	1	5.52
火　星	64.21	0.1075	3395	0.532	3.96
木　星	190000	317.94	71400	11.20	1.33
土　星	56880	95.18	60000	9.41	0.704
天王星	8742	14.63	25900	4.06	1.24
海王星	10290	17.22	24750	3.88	1.66
冥王星	1.43	0.0024	1350	0.212	1.47

而木星可比作一个小西瓜(图25)。它们的大小、质量如下表。

100. 水星是最小的行星吗

还在二、三年前，一般天文书上都认为水星是太阳系中最小的行星，它的赤道半径只有2425公里，仅比月球半径(1738公里)大六、七百公里。与地球相比，它的体积只有地球的5%左右，其质量也只有地球的1/18，如果与木星相比，那就更小得可怜了。人们小看它不是没有理由的，因为甚至有几个卫星如木卫3、4，土卫6，它们的直径都比水星还大。

但是，1978年天文学家们发现，原来在遥远的太阳系边界上的冥王星才是真正的“小弟弟”呢！因为从冥王星的卫星中测得冥王星的质量只有地球的0.24%，也就是说，它的质量比水星还几乎小22倍。

由此可见，水星并非是行星世界的最小者。

101. 为什么水星的平均密度这么大

宇宙中的星球，不论是行星还是恒星，内外的物质密度都相差很多。如地球外壳的平均密度只有2.8克/厘米^3，相当于金属铝。而在地核中心的密度可比铅还大，达13克/厘米^3。太阳的内外层密度相差更加

悬殊，外部光球的密度比地球上的空气还小——0.000003克/厘米^3；而到内部中心，其密度则可达110克/厘米^3，差了几千万倍！这种物质向中心集聚的现象天文上称为“中聚度”。一般说来，天体越大，中聚度越大，平均密度也相应的要大些。

水星比金星、地球小得多。按理说中聚度不会很大，可为什么平均密度与地球相仿？据目前资料研究，水星平均密度大的原因在于它有一个很大的、主要由铁镍组成的“内核”。据估计，它的内核半径相当于水星的3/4（地球的内核半径只相当于地球半径的50%），与月球的大小相仿。这样看来，水星80%的质量几乎都是铁镍了，如果可以开发，这是一个多么巨大的宝库啊！

102. 为什么不容易见到水星

水星是离太阳最近的大行星。从图26中不难看出，水星离太阳的角距最大时不过28°（在M_1，M_2处）。而在M_3、M_4这种地方，太阳强烈的光辉使我们无法观测到它的踪迹。

我们知道，太阳和星星在天空中平均每小时移动15°，所以水星只有在日出前或日没后不到2小时的时间内出现。这种时候，天空还比较亮，而且，水星运动得又快，加上它还不及金星、木星那么明亮，这样，在

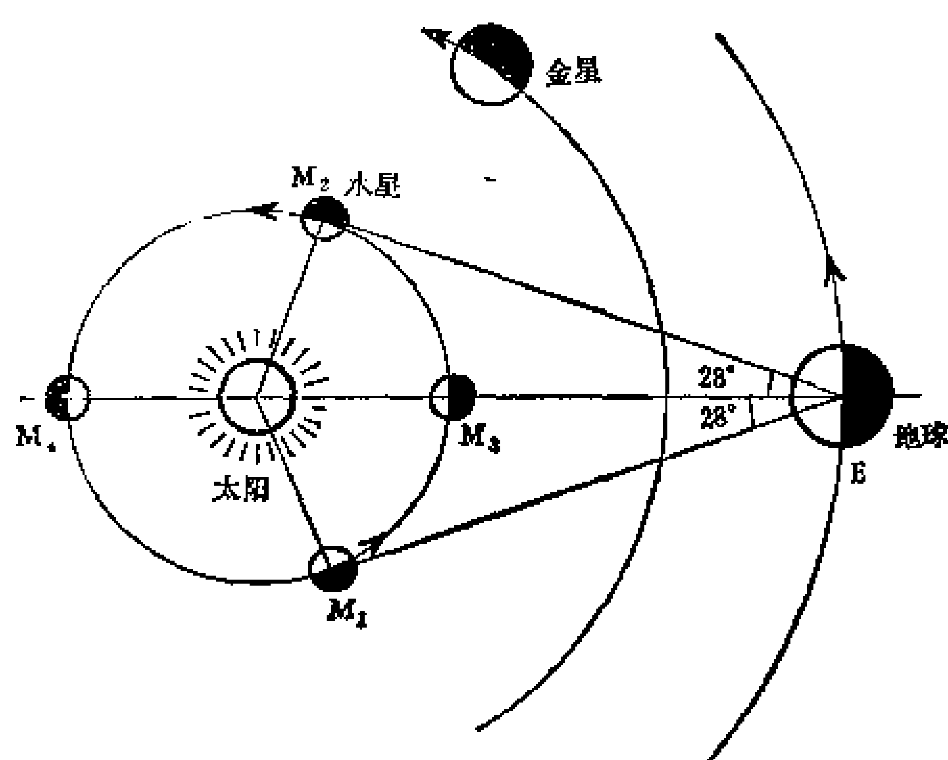


图 26　水星离太阳的角距离最大不超过 28°

高楼耸立，万家灯火的城市中，想寻找水星确实不大容易。因此在西方，古代人把水星比作一个奔波不停的“商人”，或神出鬼没的“小偷”。据传，在天文学上创立不朽功勋的哥白尼也因未能亲眼一睹水星的“芳容”，而在临终时还为此遗恨不已呢！

103. 水星表面是什么样的

从前，人们对水星表面状况了解很少。认为它像月亮绕地球那种方式绕太阳公转，始终以一面对着太阳，所以猜测它一定一面热得可怕，一面冷得要命。但在六十年代后期，天文学家用雷达研究了水星后才恍然大

悟，并非这回事。1974年美国“水手10号”探测器飞过金星后三次光临水星，获得了不少有关水星的第一手资料。从它发回地球的“水星近影”看来，它的面貌和月球酷似一对“双胞胎”。月面上的一切地形特征，它应有尽有。粗看之下，简直很难区别。水星的表面上大大小小的环形山也是星罗棋布，密密麻麻，横七竖八的山脉同样纵横交叉，峰峦重迭。再细察一下，同样可以看到还有不少“海”——水星上的平原和盆地，甚至还能找到类似月球上的很美丽的辐射纹，有的长达一千多公里。此外，水星还有自己特有的许多令人生畏的悬崖峭壁。比如，在它的北极附近的维多利亚悬崖，高达3000米，绵延几百公里(见图27)。

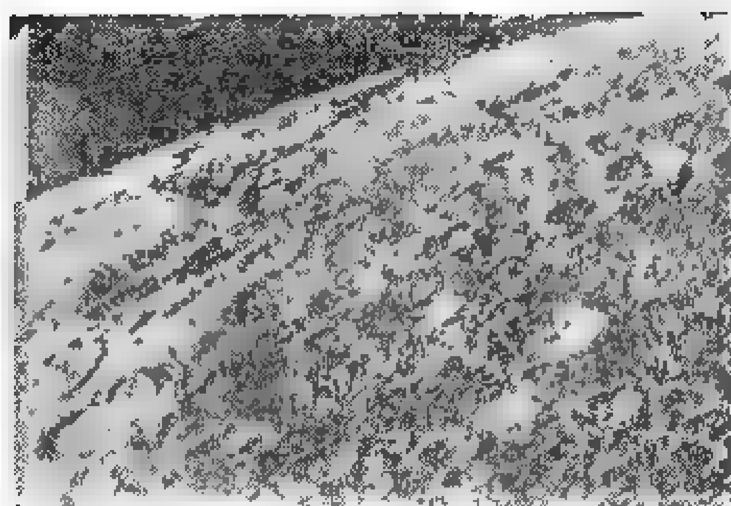


图27 水星的表面

104. 水星上的一“天”有多长

一年等于365天(闰年366天)，一天有24小时，似乎这是天经地义的事。但是，这只是地球上的金科玉律，如果乘了宇宙飞船到别的天体上面，就会

知道，在不同的天体上一天可相差很多很多。

例如登上了水星，就会发现水星上一"年"(即水星绕太阳转一圈所需的时间)比我们的地球年短得多，只有88天。但是，在水星上的观测者看来，太阳连续两次升起或落山的时间间隔(称为一个水星日)。根据计算，它却长达176"地球天"，有4224小时。也就是说，一个水星日等于两倍的水星年！所以倘若一个人在水星上也能呼呼酣睡"一宵"的话，那睁开眼来就又长了一岁，30"天"下来，一个婴儿亦变成"六旬老人"了。

105. 水星上有生命存在吗

虽然水星与地球一样有坚实的地表面，但是它上面的物理状况却与地球迥然不同。首先，因为它的质量太小，引力也小。据计算，它表面上的重力只有地球的1/3，换句话说，地球上体重100斤的人到那儿只有37斤重，因此，水星表面几乎是没有大气的。没有大气层的保护，不仅使它上面变得万籁俱寂，而且也使它失去了一个可靠的生命保护层。太阳发出的紫外线、高能粒子，流星的冲击都会毫不留情地虐杀任何有机生命。没有大气，又使得它无法保持生命所必须的水分，因为在真空状态，液态水很快就会挥发殆尽。

水星离太阳又那么近，因此灼热的阳光可以把任何生物烤焦。根据测定，它白天时，在阳光照射下的地面温度可达427°C！连一些熔点较低的金属也会熔融，别说动植物了。因为没有空气和水调节温度，所以太阳一落下，水星上温度又急剧下降，到半夜时又会降到－173°C，昼夜温差600°C！

由此可见，任何生命在水星上都无法生存。

106．水星上看到的天空是什么样子的

水星上几乎没有空气，因而它的天空中并无神奇的云彩，绚丽的晚霞，而是和月球一样，天空永远如黑丝绒那么黝黑。即使在阳光灿烂的白天，仍有繁星在争辉。单调的水星天空是大煞风景的。

水星上的一天相当于地球上的176天。所以，天空中巨大的太阳（因为它离太阳比地球近得多，看起来太阳就大得多了）几乎不动，要过6小时，才会移动一个月面的距离(约半度光景，而地球上看太阳每小时要移动15°左右)。最奇怪的是在一“天”之内，水星上看到的太阳的大小会有很大变化。这是因为水星轨道的偏心率比较大，在它离太阳最近时只有4600公里，而最远时达7000公里，相差几乎为一倍。而

它在一个“白天”内正好公转一圈。

水星的夜景一无特色，因为星空白天也可见到，而水星又没有天然卫星，所以水星的星空中除了星星外，没有一点诗情画意。

107．能不能把金星称为地球的“姐妹星”

过去不少天文书上都把金星称为地球的“孪生姐妹”。这不仅因为九大行星中，它离地球最近，而且它的不少物理量的确也和地球相差不多：它的“身高”（直径）为12100公里，是地球的95%，“体重”（质量）有49万亿亿吨，差不多是地球的81.5%，因此平均密度也只比地球小5%。地球上100斤的物体，在金星上称起来是90斤左右，加上人们很早便知道了金星上有浓厚的大气（但很迟才测出当中的主要成分），所以富有想象力的科学家们，就把她当作了地球的“妹妹”。直到五十年代，还有人以为金星上极有可能生长着高大的树木，茂密的森林呢！

金星的外表确实媚人，因为它是全天空中最明亮的星星，光芒洁白晶莹，就象一颗闪闪发光逗人喜爱的钻石，难怪会获得人们的偏爱。在中国古代，常把太白金星比作一个慈祥的长者，西方则称它为“爱

神”维纳斯（图28）。

然而事实常常比人们的想像要严酷得多。因为后来人们逐步肯定，金星上不会有奇花异草，密密丛林，而是一个比“地狱”更可怕的世界。虽然它的大气层比地球浓密百倍，但其中并没有我们赖以生存的氧气，98%以上是二氧化碳。而且金星表面上的大气压竟是地球表面的90倍，亦即相当于900米海洋深处的压力！地球上的篮球到了金星上，马上会被挤压得像乒乓球那么大（当然假定橡胶不化掉）。


图28 金 星

更加令人可畏的是，金星上终年是个赤热的火炉。据测定，它一年四季，不管白天、黑夜，温度都在480°C左右，是九大行星的“冠军”，在这样的高温下，不仅铅、锡之类早已融熔了，连作干电池外壳的锌皮也要“化”掉，不少岩石都会烧得暗暗发红呢！因此从物理条件和生态条件看来，金星和地球丝毫没有什么共同之处。

108. 为什么古人会把金星错当两颗星

金星光灿夺目，有时在东方黎明前的晨曦中闪闪发光，为牧羊人指路引向；有时却在黄昏时节，在西方夜空中窃听着对对情侣的海誓山盟。这种现象使古人误以为这是两颗不同的星星，于是把前者称为“启明”，后者称为“长庚”。

事实上，金星绕太阳的轨道在地球绕太阳的轨道的里面，因此从居住在地球上的人类看来，它始终只在太阳周围48°的附近运动。当它运动到太阳西方的时候处于M_2（图27），我们便看到它是“启明”，天文上称作“晨星”。当它位于太阳东边M_1的时候，M_1处一定是一颗“昏星”，即像“长庚”一样，在黄昏时出现在西方地平线上。

显然，当它运动到太阳前面或后面时（M_3，M_4），我们在天空上便找不到它的行踪，所以金星有时在天空中会隐然无迹。

109. 高斯的老祖母真的早就见过弯月般的金星了吗

传说德国大数学家高斯，在用望远镜看到金星也像一钩弯月时，曾大为惊讶。他一心想让他敬爱的老

祖母分享他的喜悦，也叫她惊奇一番。可是，当他祖母用眼睛凑近望远镜时，却以十分平淡的口吻说："怎么这个'弯月亮'倒过来了？"（天文望远镜看到的像常与实物方向相反——因为对天体而言，上、下无关要紧）。

关于这个有趣的传闻，也颇有不少争论。有人认为，人的肉眼不可能看到金星的位相，这纯系虚构，但支持者自然也不乏其人，真是"公说公有理，婆说婆有理。"

我们这儿想用计算结果来说明这个问题。金星离太阳的平均距离是0.723天文单位，但最远时可以达到0.7282天文单位，而地球离太阳最近时的距离为0.9932天文单位。故金星与地球最近时二者相差39,640,000公里，而金星的直径为12,140公里，加上它的大气，则可达12,540公里。所以从地球上看来，金星那时的角直径可达65″.8。然而，这仅是理想化的情形，实际上金星的轨道与地球的轨道并非是一个平面，所以加上角度的关系，金星角直径最大时为64″。

我们知道，在正常情况下，一个眼力较好的人，眼睛可以分辨角径1′（即60″）以上的细节，因此，倘若高斯的老祖母在花甲之年仍然耳敏目聪，而高斯

观测那时，金星和地球正好又处在最接近的时刻，那么这个有趣的故事就不一定是无稽之谈。

110. 天文学家为何要观测金星"凌日"

我们知道，当月亮走到日地中间时，便会发生日食，但如金星走到日地联线的中间，则因为它仅是一个小小的"黑点"，所以发生的不是"食"，而是"凌日"——金星凌日。可以算出，金星凌日的机会是非常罕见的，它们一次相隔8年，下一次则要等待漫长的105.5年。例如，前4次的凌日分别发生在1761年6月5日、1769年6月3日、1874年12月8日和1882年12月6日；下4次的金星凌日则要到2004年6月8日、2012年6月6日及2117年12月10日和2125年12月8日。

观测金星凌日很有意义，金星的大气就是在1761年的凌日时由俄国的罗蒙诺索夫首先发现的，这也是人类第一次确定别的行星也具有的大气。历史上，金星凌日也为测定天文单位的准确值起了很大的推动作用。利用金星凌日测定天文单位的方法是英国天文学家哈雷最早提出的。后来法国天文学家勒让提为了到印度去观测1761年6月5日的金星凌日，于1760年就启程离乡。可是当时大西洋上，英法海军正在频频交

战，所以当他冒着生命危险赶到印度时，早已错过了机会。但勒让提并不气馁，决心等待八年。他在当地与印度人民热情往来，学习他们的土语，模仿他们的习俗，还仔细地研究起印度天文学来。1769年终于来到了，整个五月份从未下雨。6月1日、2日是好天，但就在发生凌日的3日那天，却电闪雷鸣，一场瓢泼大雨浇灭了他八年的热情。而且“祸不单行”，待他大病初愈回到法国，发现不仅他的科学院院士席位已被人承袭，就连他的家产也被人占用了。原来，人们以为他早已客死异乡。勒让提是一位具有为科学事业献身的优秀科学家，他的故事载入了天文史册……。幸好1769年在其他地方（包括中国）观测金星凌日的天文学家却是满载而归。后来，美国天文学家纽康根据前人的资料，又综合了1874、1882年的两次凌日资料，得到了一个在当时说来非常准确的天文单位值——149，500,000公里！

111．金星的大气和地球的大气有什么不同

1761年，俄国科学家罗蒙诺索夫首次发现了金星大气。但正是这层大气的阻挡，使得人们迟迟不能认清金星的真面目。金星的大气与地球完全不同，它不仅比地球的大气浓密得多，而且地球大气中的氮气约

占79%，氧气约占21%，其他成分总共不到1%；可是金星大气中95%以上都是二氧化碳，其他是一些二氧化硫及微量水汽。因此，金星的大气层就像一座硕大无比的玻璃暖房，起着“温室作用”，使上面的温度升高到480℃！

金星大气湍流情况也杂乱无章，仅是云层，就可按高度分成非常明确的四层：最高一层是一片稀薄的霾；第二层是零碎的块云；第三层则是几乎包住行星的大片云层；最下面的又是一个浓霾区，一直向下延伸到离金星表面30公里处终止，所以金星底层的大气特别洁净透明。这些云的成分与地球大气层迥然不同，因为它们有些是浓硫酸的雾滴，有些是微米大小的硫和其他悬浮粒子，可就是没有水！

112. 哪儿可以见到“西天出太阳”的奇景

自古到今，人们常把不可能发生或无法做到的事形容为“西天出太阳”。在地球上，的确永远见不到“西天出太阳”的奇景。可是这种赌和天文学家可打不得，因为在金星上，太阳就是从西天升起，再“日落东山”的。

以前，因为金星大气的云层始终把金星严严包住，人们无法看到它固定的表面特征，因此对金星的

自转问题一直争论不休。有的说，金星自转比地球快，转一圈只要10个小时左右；有的却说周期很长，可能要几百天……。直到本世纪60年代，雷达发出的电波穿透了金星的云层，得到的结果却叫人大吃一惊，原来它的自转是自东向西反向的，而且很慢，转一圈要200多天！后来行星际探测器也证实了这个结论：金星是太阳系中唯一逆向自转的行星，自转周期为243天。

不过，因为金星的大气密度比地球高100倍，所以它造成了强烈的大气折射，可能使光线方向改变很大。有些天文学家推测，在近地平时，这种折射会使光线方向转过180°。

113. 金星上的一天有多长

我们已经知道，行星的自转周期并不就是上面的一昼夜，所以才有水星上1“天”等于2“年”的怪事。对于金星也是如此，它公转周期是224.7天，自转是逆向的243天，所以金星“日”差不多是118天，即相当于地球上的4个月。由此可知，太阳从升起到落下就需58天多！所以金星天空中的太阳自西向东的移动十分缓慢。

还要说明的是，金星上因为有浓密的云层，所以

它的白天阳光并不比地球强烈，甚至一直象地球上的阴天一样，见不到太阳。而夜间，几乎看不到什么星星，总是灰蒙蒙的。

114. 为什么人们把火星称作“天上的地球”

自古以来，人们总是不甘寂寞，极力想找寻宇宙间的同伴，因为金星的大小、质量与地球很相近，所以人们称其为地球的“姐妹星”。同样，由于火星在许多方面有些类似于地球，所以天文学家又常把火星称为“天空中的小地球”。

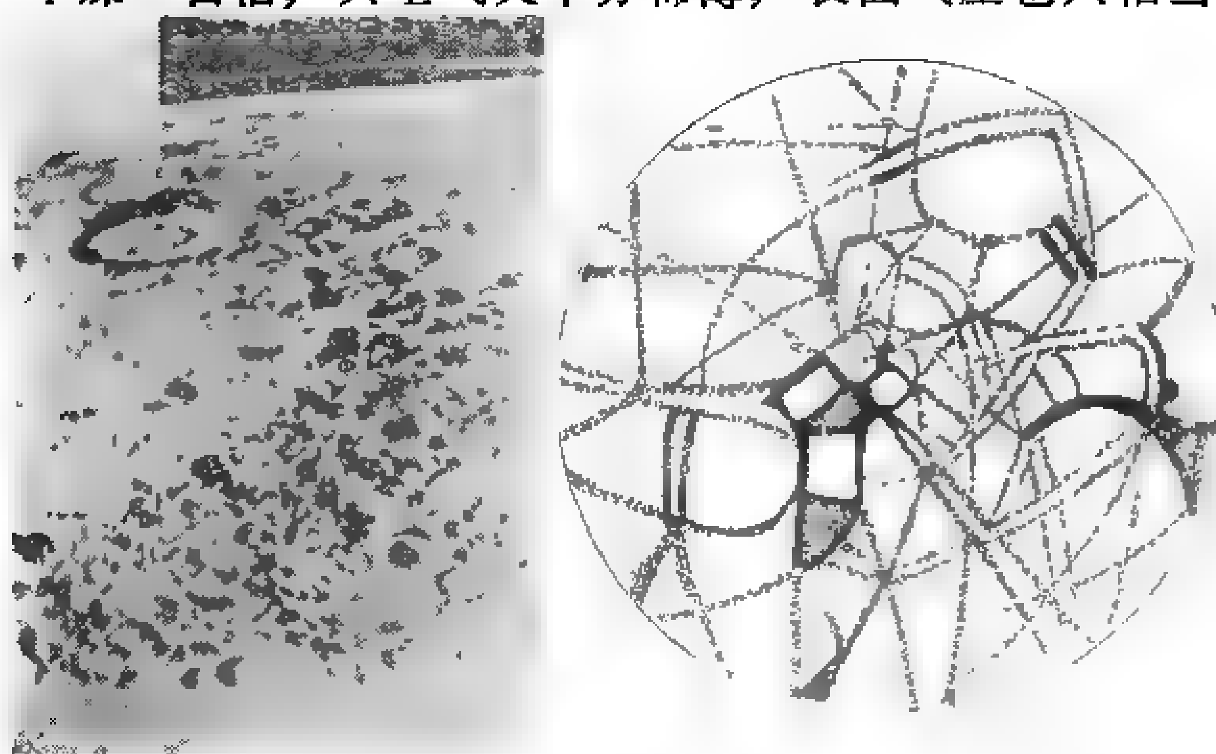
首先，在望远镜里，火星有两个大小随季节变化的极冠；它的一天只与地球相差半个多小时；火星的赤道面和轨道平面的交角是23°59′，仅比地球的黄赤交角大半度，所以火星上肯定有春夏秋冬四季变化（不过它每季相当于我们的6个月——172天），而且也有不少人发现，火星表面的颜色与季节有关；加上它四周还有一层大气（虽比地球稀薄得多），所以自古以来，人们对它寄予深望，希望有朝一日能与“火星人”交往。

当然火星比我们地球小得多。事实上，它的直径只相当于地球的半径，所以体积只及地球的15％，质量也只有地球的10％，因此从某种意义上说，称它

是一个小型的地球是名副其实的。

115. 火星象地球，还是象月亮

以前，人们总以为火星像地球，可是自从1964年美国发射了“水手4号”行星探测器，拍得火星表面照片后，人们才恍然大悟：原来火星的表面更像月球，上面有不少大大小小的环形山和峡谷(图29(a))。火星上十分缺水，甚至比我们地球上的沙漠地带还要干燥一百倍，其空气又十分稀薄，表面气压也只相当



(a) 火星的表面有些象月球　　(b) 火星上的“运河网”

图29　火　星

于地球上空30～40公里高处的气压值。近年来，美国两艘“海盗号”飞船在火星表面上探索的结果证

实，火星上也是一片死气沉沉的“不毛之地”。

从下表列出的一些具体数据可看到，火星像月球的成分似乎比像地球的成分大些。

	地球/火星（倍）	火星/月亮（倍）
质　量	9.3	8.7
半　径	1.9	1.9
平均密度	1.4	1.2
表面重力加速度	2.6	2.0

116. 为什么火星的颜色特别红

天空中，火星的颜色很特别，即使对星空完全陌生的人，也决不会把它与一般的恒星混同起来。那荧荧如火的红光常给人留下深刻的印象，所以中国古代就称火星为“荧惑”。而在西方，因为行星都以希腊神话中的神灵来命名，故把它称作战神玛尔斯（Mars）。

为什么火星会发出红光？这与它的表面状况是分不开的。火星表面有像月亮上那样的众多的环形山和火山，但因它们都受到过某种程度的侵蚀，其表面绝大部分多为沙漠所覆盖，而火星上沙漠的主要成分是呈现为红色的硅酸盐及赤铁矿，而且火星土壤中也包含有铁的各种矿物，由于长期的氧化和受太阳紫外线照射，便形成了一层红色的铁氧化物，因此它反射的光

比一般星红得多。如果宇航员飞到火星上去作客，那么他会惊讶地发现，火星的天空不是蔚蓝的，而是红橙色的！

117. 火星"大冲"是怎么回事

火星绕太阳的轨道与地球的一样，是一个椭圆，但比地球更扁一些。它绕太阳转一圈需 687 天。而地球只需 365 天，所以有时它们可能走到"一起"（图 30）

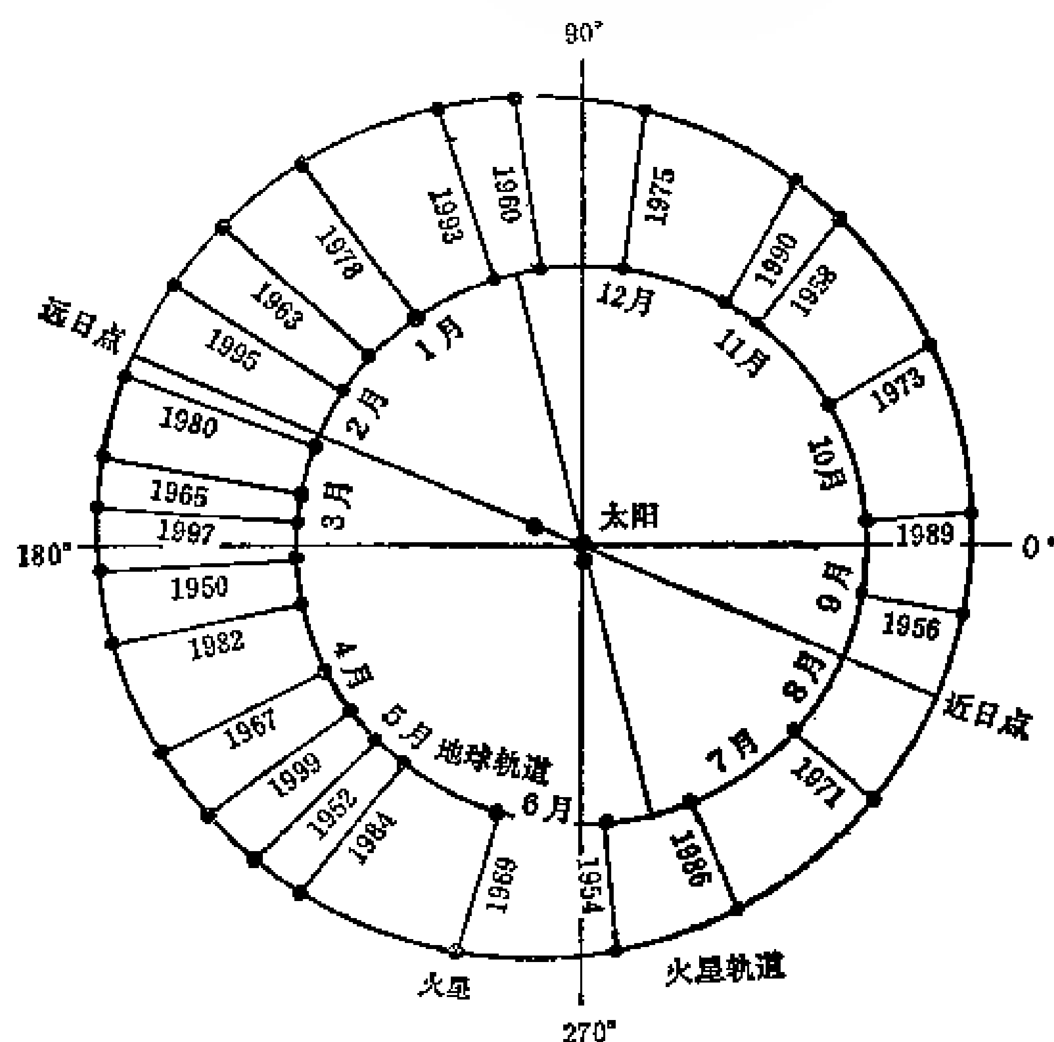


图 30　每 15～17 年发生一次火星大冲

(但是，因为火星与地球的轨道平面不重合，所以一般并不真在一条直线上)。这时我们则称其为“火星冲日”。如果火星冲日正好发生在火星轨道的近日点附近，则就称为“大冲”。大冲的机会并不多——需15～17年才发生一次。大冲时，火星与地球的距离仅5,500万公里，并且整夜可见，因此是观测火星的极好机会。在宇宙航行开始以前，人们关于火星的绝大多数知识都是从历次大冲观测中得来的。法国天文学家卡西尼，曾利用1672年的“大冲”机会，首先测得了较正确的太阳视差——日地距离，根据这个观测计算的结果，使当时公认的天文单位的实际长度扩大了三倍。因而，在十七世纪轰动了整个天文界。

最近的一次火星大冲是在1971年8月发生的，根据天文学家们的计算，下一次“大冲”的日子是1986年7月间。

118.火星上有没有人造的“运河”

火星上的“运河”曾是一个十分激动人心的问题，这个争论了近百年的悬案，开始于1877年。当时意大利有一个天文学家叫夏帕雷利，他声称在这次火星大冲时，发现了火星上面有不少“有规则的线条”，这个消息传到专门猎奇的新闻记者那里，那些生花妙

管就变成发现了火星上的“运河”。而有些喜欢出风头、赶时髦的天文学家也应声附和，甚至陆续画出了这种运河网的位置图(见图29(b))。

但是现在知道，这一切仅是人类出于美好的愿望而引起的错觉和幻想而已。事实上不少严肃的科学家，一开始就反对这种“运河”的荒诞之谈。近来，由行星际飞船拍来的照片证明，这些“运河”事实上是排成一线的大大小小的环形山。

不过，在火星上也的确发现了不少“河床”，但那与人类为灌溉农作物或便利交通而有计划开发的运河完全是两码事。关于这种“河床”的成因，至今还没有满意的答案。

119.“火星人”在哪儿

随着火星“运河”的发现，“火星人”便应运而生。因为火星远在几千万公里之外，其“运河”居然可为我们所见，规模一定大得出奇。那么修凿这些巨大“运河网”的主人——火星人应当具有比我们发达得多的科学技术。于是从十九世纪末开始，一直到本世纪的四、五十年代，描写稀奇古怪“火星人”的科学幻想小说便成为轰动一时的畅销书。神秘莫测的火星人的“尊容”也不厌其烦地一再搬上银幕。有些书

中把它们描写成长着章鱼般许多触手的怪物，它们机敏伶俐，才智过人，却又冷若冰霜，凶残古怪；有些影片中甚至绘声绘色地描写它们携带着人类不知道的新式武器来到地球，把各国仓促应战的精锐部队一一缴了械……。

到本世纪四十年代，苏联有个学者叫季霍夫，他坚持认为：火星表面颜色随季节变化的原因，肯定是由火星上的植物枯荣所致。他还在大学中开创了最尖端的"火星植物学"课程。更耸人听闻的是：苏联一个叫做谢克洛夫斯基的教授在1958年突然宣布：根据他对火星两个"小月亮"的观测，认为这是火星人在史前发射的"人造火星卫星"，火星人的高度文明可能至今还保存在这两个"太空博物馆"中。

虽然从科学的观点看来，地球上的生命决不是上帝的独创，宇宙间的生命现象应是十分普遍的。然而，生命的发展毕竟还有它必须具备的基本条件。近年来对火星的探测表明，至少到今天为止，火星上还未发现过任何有生命的迹象，所以今天"火星人"也变成了历史上的名词。

120. 火星上的气候如何

因为火星的赤道面与轨道面的交角是23°59′，

所以它有类似于地球的“回归线”和“极圈”。根据它的自转周期和公转周期也不难算出，它一天的时间平均为24小时39分35秒，一年长687天。如四季平分，那末春、夏、秋、冬各为172天左右。

不过，如果把地球上的四季概念套到火星上，以为春天温暖宜人，秋季天高气爽，那就大错特错了。因为从人类生活的标准看来，火星基本上终年都是寒冬，四季的温差比昼夜温差还小得多。这是因为火星上空气稀薄，保温作用很小，所以白天黑夜的温度差100℃左右！如在其赤道上，白天可达20℃；等到太阳一下山，温度直线下降，夜间可达零下80℃，而其两极地区可能低到零下120℃～140℃左右。

以前，有人认为火星表面四季颜色的变化是植物生长的关系。现在看来，也只是人类的一种良好愿望。事实上，这种颜色变化的真正原因，是火星表面上不时有“尘暴”在作怪的缘故。

121. 火星上的“尘暴”是怎么回事

在地球上的太平洋区域，经常会出现“风暴”。而在火星上，因为大气稀薄，所以取而代之的是巨大的“尘暴”，这也是火星的“特产”。

火星上的尘暴规模宏大，常可遍及全球。它可以

在几个月中把火星弄得“天昏地暗”，颜色多变。尘暴的起因同样是因为太阳对各处加热不均衡而引起的。通常，它发生于南半球一个叫“诺阿奇斯”的地区。因为当火星经近日点时，那儿接收的热量较多，因此，每个火星年(约2个地球年)就会发生一次大尘暴。尘暴发生后，通常几个星期内就可蔓延到整个南半球，有时还能扩展到整个火星表面，经历好几个月的时间才渐渐平息下来。如1971年的大尘暴，从我们地球上的九月份开始，一直延续到11月份，当时正值美国“水手9号”飞船到达火星，遮天蔽日的大尘暴竟使得这艘飞船无法对火星拍照。

现已弄清，尘暴中的粒子大多在10微米大小，其速度可达40～50米/秒，而其范围可漫及全火星。可见，这确是一幅十分惊心动魄的场面。

122。火星有没有自己的“月亮”

在十七世纪，人们还只知道六大行星（水、金、地、火、木、土）时，就有人猜想火星应当有两个卫星。其“理由”是：地球有一个卫星——月球，木星的卫星有4个（当时仅知4个），所以中间的火星应当有两个卫星。自然，今天看来，这种推论是没有科学道理的。

但奇怪的是，当时多数人宁愿接受这种没有科学

根据的设想。1726年，英国出版了一本广为流传的《格利佛游记》。这本脍炙人口的幻想小说中，竟也有一大段描写想像中的火卫的文字："……他们就这样在火星的周围发现了两颗卫星，最近的一颗与火星中心的距离等于火星直径的3倍，而外面一颗是10倍，……近的绕火星一周需10小时，远的需20.5小时。"

更令人吃惊的是，后来果然发现了火星的这两个小"月亮"。这是1877年——那本"游记"早已问世了一个半世纪后的事了！一个小说家竟能如此准确地写出150年后的发现（尤其是火卫1绕火星的速度比火星自转快得多），不禁叫人拍案叫绝。

123. 火星的"月亮"有多大

火星的两个"月亮"小得可怜，火卫1称为"福波斯"，火卫2则叫"德莫斯"。外文的原意分别是"战栗"和"恐怖"——战神给人们带来的"礼物"。

现在已准确测定，这两个"月亮"外形很难看，它们不是个光溜溜的圆球，而是三轴球体，火卫1的三条轴半径是13.5×10.8×9.4(公里)，而火卫2更小，仅只7.5×6.1×5.5(公里)。但就在这两个"小小的"卫星上，也横七竖八地排列着不少酷似环形山的陨石坑，远处看去活像两只被老鼠啃得斑痕累累的

大土豆。

在火星上看来，火卫1的角直径仅12′左右，差不多只有我们月亮的40％，其亮度最大时也只不过相当于一个-8等星（仅比金星亮40倍左右）。但最惊人之处，就是它每天几乎绕火星走两圈，而且都从西方升起，东方落下。火卫2则要逊色得多了，它的视面只有目力较好的“火星人”才可辨得清楚，一般是看不到它有“阴晴圆缺”的变化的。

在火星上看太阳，比我们所见小不了多少，因此尽管火星的“月亮”比地球的多，可是他们却没有看到“日食”的眼福。因为火卫1、火卫2的圆面太小了，所以至多见到火卫“凌日”而已！

124. 为什么科学家们对木星兴致勃勃

从火星向外，就是离太阳七亿八千万公里（5.2天文单位）的木星了。木星一直是天文学家们特别重视的一个巨行星，科学家们为了研究木星，于1972年发射了“先驱10号”飞船（船内还装了不少准备献给“宇宙”人的“礼物”）；1973年又派遣了“先驱11号”，1977年美国又不惜巨资发射了“旅行者1号”及“旅行者2号”。这是为什么呢？这不仅因为它绕太阳一圈差不多正好12年（我国很早以前就

把它称作“岁星”用来纪岁)；也不仅因为1610年，伽利略最早把望远镜指向天空时发现了它的4个卫星，从而进一步论证了哥白尼的日心说。更主要的原因是木星镇座在13个绕它运转的卫星中央，而这个卫星系统又有不少类似太阳系行星系统的特征，所以它简直就是太阳系的小小“复制品”。研究它，对深入研究太阳系有着重要的意义。

木星是九大行星中当之无愧的“老大哥”，它的质量是地球的318倍，达1.9亿亿亿吨，比其他8个行星总和还多一倍半。据研究，木星的化学成分绝大部分是氢和氦，其比例也与太阳相近。因此，对于木星及木卫系统的研究，无疑可为太阳系的起源、演化问题提供非常重要的资料。迄今为止，我们还没有直接看到第二个行星系统，因此它更有着特殊的用途。

125. 木星与地球有什么不同

长期以来，人们总认为恒星都是能发出万丈光芒的太阳，它们内部进行着剧烈的热核反应；行星则是冰冷冷的、不发光的、有固体表面的球体。起先，人们满以为木星与地球一样，只不过体态庞大一些而已。

然而，事实并非那么简单。现在发现，木星厚厚的大

气下面并没有固体表面，而且它至今还在向外发出不少能量。红外观测表明，它辐射出的能量比从太阳接收的能量多达一倍，它的表面平均温度也比理论值高50℃左右，所以肯定它至今还在“发光”——红外光。同时木星还像一挺重机枪那样，时常发出一阵阵的电子，这种“子弹”向内一直可以打到水星范围，向外亦可射到土星附近。如此看来，木星可能是一个有些“恒星化”的行星。

木星的平均密度比地球小得多，可见它们的化学组成和物理状态有很大不同，因此木星和地球是完全不同的行星。

126. 宇宙飞船能在木星上着陆吗

迄今为止，人类的使者已经4次光临木星，但它们都在离木星老远的地方疾驰而过。也许读者会认为，大约与月亮探测及其他行星探测一样，先是来个“走马看花”，待选择好着陆点，再派飞船“下马看花”或“安家落户”。

能不能在行星表面上着陆，首先要看它的表面状况。平时我们所见到的木星都是木星大气，它厚达1000公里，而木星的表面是一个液态氢的海洋——不过这是一个奔腾鼎沸的大海，温度可能在5500℃

左右，只是因为它承受着几千个大气压力才没有气化。由此可见，不管人类航天的技术多么高明，制造飞船的工艺、材料多么优良，要降落到温度与太阳表面相差不多的木星表面，也是不太可能的事情。

顺便提一下，在液态氢下面24,000公里处即是一层能导电的“金属氢”，那儿的温度有11,000℃，压力达3,000,000大气压。而对木星最内部的情况颇有争论，有的认为木星内部仅是“一包气”，但也有人坚持认为内部也有一个铁、硅构成的岩芯核。这些还都有待于进一步探测、考证。

127. 木星的“大红斑”是什么东西

金星有位相变化；火星有两个白皑皑的极冠；木星也有一个最显著的特征——大红斑，它位于木星的南热带区域内。在望远镜里看来，它在木星上的大小和位置与地球上的大洋洲差不多，但实际的范围却大得惊人，大约有40,000(公里)×10,000(公里)(图31)。

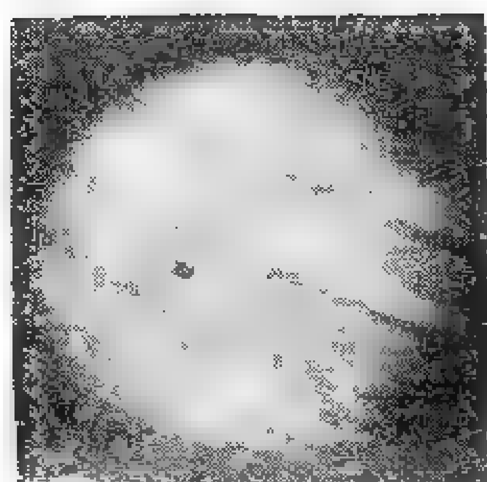


图31 木星和它的大红斑

奇怪的是，这个大红斑自人们在1660年发现以来，至今已有三百多年的历史。

虽然它的颜色和亮度有过几次变化：有时变得鲜红如火，有时却显得苍白平淡，但其大小范围却一直没有多大改变。一般认为，它是木星上一个超级的巨大风暴；或是一个含有大量红磷化合物的长寿命旋涡；或者是一团激烈上升的气流。1979年3月，美国“旅行者1号”曾经从距木星500万公里处飞过，拍了不少大红斑的照片。从这些能分清95公里以上细节的照片上，不难看出大红斑确实是一个巨大的旋涡，而且其中还有极其复杂的细节结构。可是，木星大气的平均温度是－120℃左右，在这样低的温度下，按理说，分子运动是很缓慢的，哪有这么巨大的能量来维持这个三百年来经久不衰的、比地球还大好多倍的大旋涡呢？这个问题至今还得不到满意的回答。

128. 木星到底有几个“月亮”

除了月球外，木卫1——木卫4是人类最早发现的卫星，后来又陆续发现了好几个木星卫星。到1974年，木星的卫星数目已达到13个。虽然1975年有人声称发现了木卫14，但后来却一直再没有下文，不过据说1979年“旅行者1号”发现了一、二个新的木卫。但不少数据还未最后定出。

13个木星卫星彼此相差悬殊，最大的木卫3质量

达14,900亿亿吨，半径不仅超过了月亮，甚至比水星还大200公里（2,635公里）。而最小的，1974年发现的木卫13，半径只有5公里，仅有木卫3的千分之二！如按体积计，差不多相差一亿五千万倍。

从它们的运动情况来看，它们又可明显地分为两大类，最里面的5个卫星（木卫1——木卫5）离木星的距离很有规律，而且轨道面与木星赤道面几乎相合；而另外的8个则不然，最外面的4个卫星（木卫12、11、8、9）绕木星运转的方向是反向的（自东向西），所以不少人认为木星的13个卫星可能有不同的起源。

129. “规则卫星”和“不规则卫星”的区别在哪儿

在目前已知的34个卫星中，无论是大小、质量与平均密度，彼此都有很大的区别。不过，尚有不少卫星的数据至今都未能定出，而已定出的那些数字中，也可能包含有很大的误差。

研究卫星时，人们很关心它们的分布及运动特征。通常，我们把离行星距离较有规则（类似提丢斯—波得定则）、轨道近乎正圆、轨道平面与行星赤道面交角不大的一类卫星称为“规则卫星”。但，即使都属规则卫星，它们的形状、大小、密度仍可能相

差很大，例如木卫5，就是一个如鸡蛋形的椭球体（长170公里宽130公里），它与别的规则卫星的形状不一样。属于规则卫星的共有18个：木卫1——木卫5、土卫10及土卫1——7以及天王卫的全部（5个）卫星。

不符上述条件的卫星称“不规则卫星”，不规则卫星一般都较小，如木卫13半径只有5公里，但也有几个很大，如月球及海王卫1，半径都是卫星中的前几名呢！

从天体演化学的观点看来，有些人提出这样的看法：规则卫星很可能是与行星本体一起形成的，它们之间有亲密的“血统关系”，而不规则卫星可能原来都是小行星或流星体那类独立天体，在行星际空间内绕太阳运动，后来偶然被行星所俘获，成了它的“俘虏。”

130. 为什么把木卫1～木卫4称作伽利略卫星

木星的4个大卫星是除月亮外最早发现的卫星。1610年，伽利略第一次把自制的望远镜指向天空，于是就发现了木星周围还有4个大卫星在绕转……。

当时，科学的哥白尼日心说还立足未稳，伽利略

的许多新发现，使哥白尼的日心学说得到了第一批最有说服力的证据，有力地抨击了“地心说”的谬论，从而触怒了宗教统治，以致受到了野蛮的宗教裁判所的残酷迫害。

为了纪念伽利略的不朽功勋，后人把他发现的这4个卫星都称为伽利略卫星，它们的具体情况列于下表：

	中文名	半径(公里)	质量(亿亿吨)	平均密度
木卫一	阿 奥	1820±10	8910	3.52±0.40
木卫二	欧罗巴	1500±100	4870	3.45±0.75
木卫三	加纳梅特	2635±25	14900	1.95±0.08
木卫四	矢利斯多	2500±150	10650	1.62±0.34

131. 木星的“光环”是怎样发现的

在1977年以前，人们只知道土星有个楚楚动人的美丽的“光环”，总以为这是天穹中唯一的“艺术珍品”。但为什么土星能“得天独厚”呢？谁也找不到正确的答案。

1977年，天文学家意外地发现了天王星也有一个环带，结束了土星垄断“光环”的局面。1979年3月，美国的“旅行者”飞船经过6亿多万公里的长途

跋涉，来到木星的身旁，为人们发回了18,700多张珍贵的照片。美国天文学家受到天王星环的启发，仔细审核了这些照片，发现有一张木星照片周围似乎有一个暗淡的“环”的迹象，但很不明显，倘若不是两年前天王星环的先例，他们甚至可能会误认为是底片质量问题呢！后来，科学家们又仔细再度审查，又找到了另外两张可作旁证的照片。不久“旅行者2号”再度拜访木星，这次它有的放矢，为考察木星环作了科学观测，使这个疑案终于得到了解决。

木星环宽约几千公里，厚约30公里，约7小时绕木星旋转一周，是由一些黑暗的小石块组成的。其直径在数十米～几百米之间，分布得很稀疏，因此反射的光非常暗淡。在地球上，即使用5米大望远镜也根本无法看到，所以，实际上木星“光环”只能称作“环带”而已。

132. 木卫1为什么如此引人入胜

木卫1称为阿奥，是一个与月球大小相仿的卫星，本来并不突出，也没有多少引人入胜的故事，因此过去很少有人提及它。但是当1979年“旅行者1号”飞过它身旁后，科学家们十分激动，一致认为木卫1这颗有着纯金般颜色的卫星不愧为名副其实的

"明星"。

因为这次探测正好拍到了木卫1上激烈爆发的火山活动，其爆发的速度比枪弹还快——在1公里/秒以上（地球上火山喷发的速度一般只有每秒0.5～50米）。它的爆发物可上升到280公里的高度，活动激烈的程度远远超过了地球。从"旅行者1号"的照片上，至少可以找出8个这样的正在隆隆喷发的活火山，那儿的温度比周围高三、四百度！

还有一件奇怪的事是：在木卫1地表面找不到任何陨星的撞击坑。这表明，木卫1地的表面十分年轻——它以很快的速度在改变着表面特征，因为不断的流岩会很快地改变它的面貌，所以估计木卫1地表面的"年龄"只有一两千万"岁"。这在天文学家眼里，实在是太小了。要知道，一般说来，哪一颗行星、卫星的地壳没有几十亿年的"高龄"呢！

根据拍得的众多照片来看，木卫1上的火山可能有二、三百个之多，有的火山的直径可能超过250公里，即可容得下一个海南岛。因此它们频频喷发的场面确实惊心动魄。它们喷出的物质散落在它绕木星的轨道区域，造成了一个围绕木星的电离硫环，把整个木星世界打扮得更加神秘莫测。

133. 土星的“项链”是什么

在望远镜中看来，天上再也找不到比土星更美丽的星了。它的“脖子”上戴着一条明灿灿的“项链”，显得那么优雅匀称，简直就像一件精致的艺术珍品(图 32)。

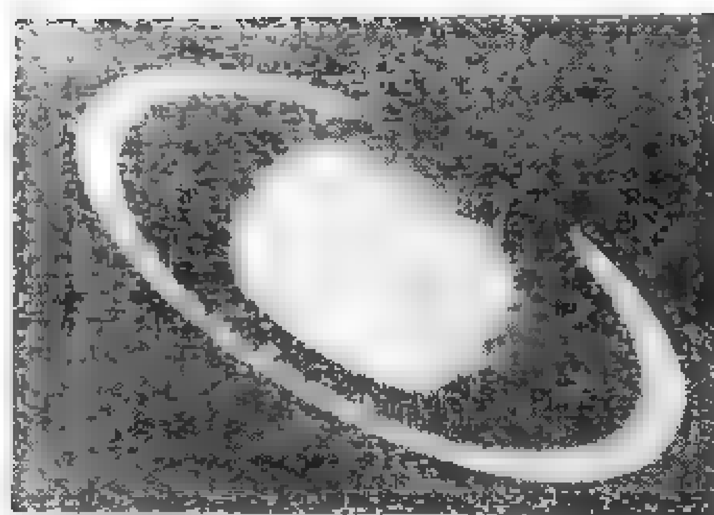


图 32 美丽的土星和它的光环

当初，伽利略用他自制的望远镜观测土星时，因为放大倍率不够，他只看到了一个模模糊糊的“附着物”，一直到他去世，这位科学巨人还没有明白这是怎么回事。直到 1656 年，荷兰物理学家惠更斯用了口径较大的望远镜，才依稀辨清了原来是一个光环，不过为了慎重起见，他只发表了一个字迷：“Aaaaaaa ccccc deeeee gh iiiiiii llll mm nnnnnnnnn oooo pp q rr s ttttt uuuuu”，要“破译”这么多的字母，几乎是不可能的事。所以惠更斯可有足够的时间来继续研究，而决不怕被人抢去首先发现的权利。三年之后，在他以为确有把握时才公布了他的迷底：“有环围绕，薄而平，到处不相接触，和黄道斜

交。”这也就揭示了土星有个光环的奥秘。

土星的光环的确很“薄”，仅2、3公里，宽度却有20万公里。后来又发现，它又分成好几个环，中间还有“缝隙”。根据研究，每个环都是由无数大大小小的冰块、石块组成的，它们的直径介于4～30厘米间。因此，它与木星的环带有本质不同。

134. 土星的光环为什么有时会消失

土星的赤道面与轨道面、黄道面都不重合，因此光环面与它的轨道面的交角有27°之多。这样，土星在运动到不同地方时，我们看到的环带宽度是不一样的（图33）。在某些位置上，我们只能看到它的剖面，但它薄如“纸张”（2公里左右），因此就无法看见了。试问谁能看得清1000公里以外的一条电线呢？

1610年，伽利略看到了土星两侧的附属物。但正当他在分析是不是土卫的时候，他又发现它们却在日益变小，到1612年后竟然消失得无影无踪。几年以后，附属物又出现在他的望远镜中，这使得他百思不得其解……。惠更斯研究时也遇到了这种情况，但他没有被表面现象所迷惑，又使用了更大的望远镜，终于悟出了其中的奥妙，从而确定了土星环的存在。通

过不断地观测得知，由于土星在围绕太阳旋转一周的时间内朝向地球的位置不同，因此大约每隔 15 年，土星环就会消失一次。

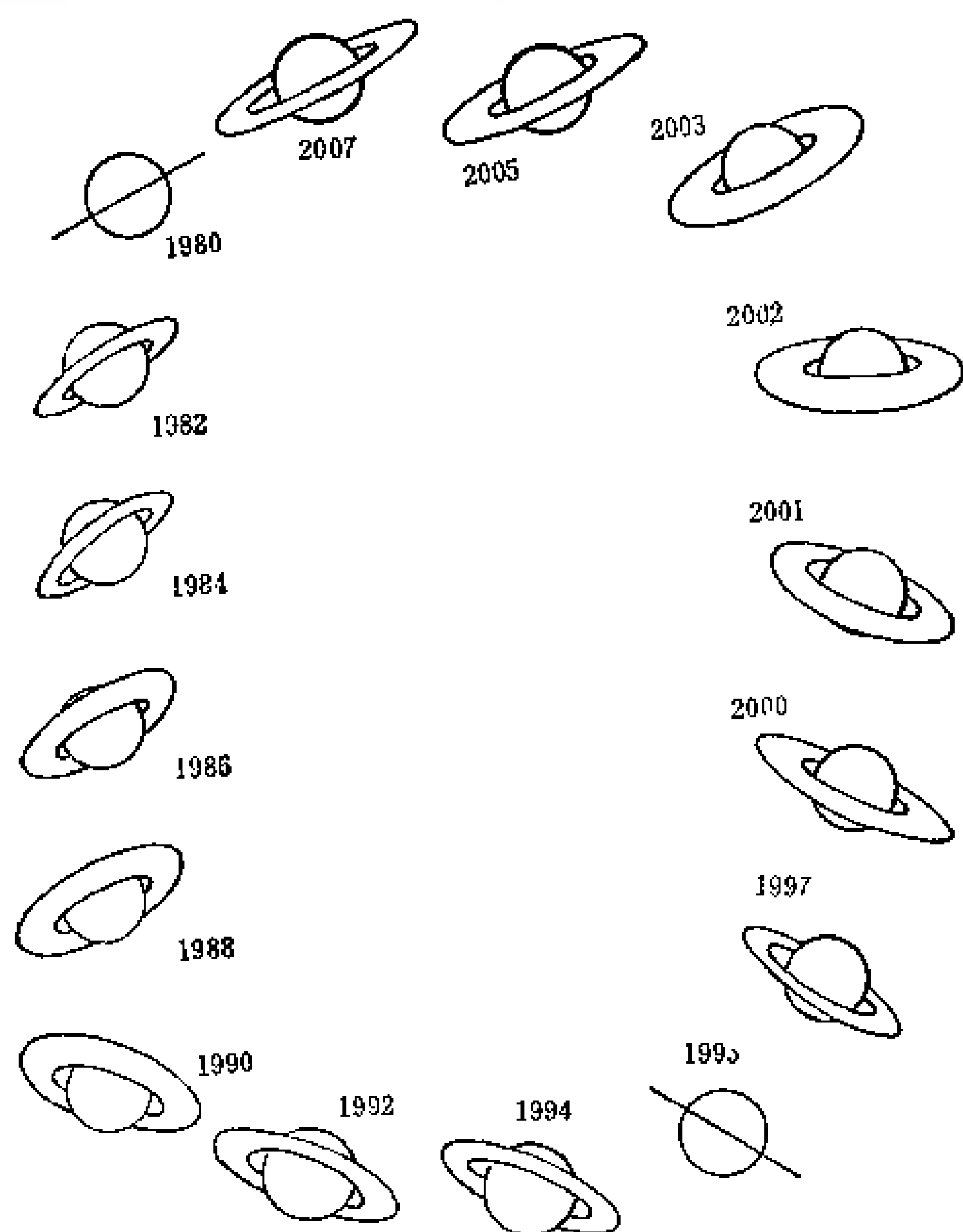


图33 不同时刻所见到的土星光环的亮度不同

135. 土星上有多少"土"

古代以为土星是太阳系的边界，在伽利略时代，它是"最高的行星"，西方称之为"萨都纳"，是一位显赫的主管农业的神灵。在我国称之为"填星"或"镇星"，现代则称之为土星。但与水星上没有水、木星上没有木一样，名称并非代表它的化学组成。

根据现在天文学家研究，土星与木星十分相似，主要成分是氢，其次为氦，它也没有固体的地表面，连其内部是否真有一个固体岩芯作"核"，也还有不少争论呢！所以土星上根本没有什么"土"。

土星是太阳系中第二大行星，与木星统称为巨行星。它的赤道半径是60,000公里，将近为地球的十倍，可是它的质量却不大，所以像一个患着严重浮肿病的病人，完全是"虚胖"，据测定，它的平均密度仅为每立方厘米0.7克，即比水还轻30%，所以倘若宇宙间有一个浩瀚无际的大海，把它抛将进去，它会悠哉悠哉飘在洋面上随波逐流……。

136. 为什么土星看来是扁的

如果仔细观察九大行星的照片，不难发现木星和土星的圆面都像桔子那样扁，而土星则扁得尤其明显。

为什么土星会变扁呢？我们知道，大天体都是球状的，因为万有引力是各向同性的，而星星都是靠万有引力凝聚而成的，因此大多数天体都成球形。可是土星不是一个固体行星，它外表是一层浓密的大气，里面是液体氢，因此形状是可变的。土星的自转速度又很高——赤道处每10小时14分便转一圈，拿出笔和纸来算一下，实际的线速度在它赤道表面上可达每秒10.2公里，比一般的人造地球卫星还快呢！可想而知，这种自转产生的惯性离心力也是十分可观的。正是这种惯性离心力的作用，使得它的赤道半径拉长了约5,500公里之多（两极地区自转速度为0，所以极半径不会变化）。

所以土星是太阳系中最扁的行星，肉眼望去，它很明显是个扁球体（图32）。

137. 在土星上能看到多少个"月亮"

土星和木星像一对"双胞胎"，连它们的卫星也有不少相似之处。土星的卫星也很多，而且至今还不断有新的发现，因此确切数目至今还无定论。

最早发现的土星卫星是大名鼎鼎的土卫6——泰坦，那是确认土星光环的荷兰物理学家惠更斯在1655年首先发现的。接着法国天文学家卡西尼发现了土卫

3、4、5、8，赫歇尔发现了土卫1、2，……直到1966年，多尔菲发现土星的不规则卫星土卫10为止。一般都认为土星的“月亮”有10个。1977年，有人声称发现了土卫11，但后来并没有得到确认。正当人们对土卫11的印象渐渐淡薄时，“先驱11号”飞船却于1979年飞近了土星，据说它又为人们找到了一、二颗“以前人们不知道的卫星”。所以，也有人认为这是土卫11——“先驱岩”，土卫12——“珍纳斯”。由此可知，土星到底有多少卫星还很难下断论。或许“旅行者”飞船在八十年代飞近它时还会有更多的新发现。然而，它们所能发现的新卫星一定都是离土星很近的小卫星。

138．土卫6是不是卫星世界的“老大哥”

土卫6又名“泰坦”，在卫星界颇有些小“名声”，因为这也是继伽利略卫星之后发现的第一个卫星。三百多年来，它一直受到人类的青睐。

土卫6的直径达5,800公里，比木卫中最大的木卫3还大500公里，故无疑是34个卫星中最大的一颗。1944年，美国天文家柯伊柏从土卫6的光谱分析中，肯定了它有一层稠密的大气，虽然其主要成分是甲烷、氢气，还有些乙烷、乙烯、乙炔之类简单的有

机分子，并没有什么氧气。但这与孕育出万千生命形态来的地球原始大气，差不太多。倘若它的表面上还有火山活动（如木卫1那样），则完全有可能在某些区域内，形成一些复杂的有机分子，甚至氨基酸来。随着“海盗号”否定了火星生命之后，人们很自然地把在太阳系内找寻地外生命的希望都寄托在土卫6身上了（因为在目前条件下，太阳系外的探索工作几乎还是毫无希望的事），难怪它会受到人们的宠爱了。

不过，就质量而言，土卫6不能算卫星中的佼佼者。因为它的密度比木卫3小30%左右，所以质量反比木卫3少900亿亿吨，与海王卫1不差上下。

139. 土卫8为什么能引起人们注意

在发现了土卫6后15年，法国巴黎天文台台长卡西尼在研究土星光环时，发现了土星的第二颗卫星——土卫8，这个卫星开始时默默无闻，并无什么引人注意的地方。论大小半径不到月球的1/2，只有800公里左右；讲质量，也刚刚挤入卫星世界的第十名；看轨道也很一般，没有丝毫奇特之处。因此自1671年“问世”以来，很少有人专门“光顾”于它。不过近年来，人们发现它的光度很为奇特：它的两个半面亮度相差好多倍，暗的半面比学校上课用的黑板还

黑，但亮的半面却白得“耀眼”，比雪还白，真是黑白分明。

为什么会有这种怪事，至今还没有人能加以说明。由于这个悬而未决的疑团存在，致使人们必须经常关心这颗平凡的卫星。

140. 为什么在赫歇尔以前人们没能发现天王星

皓月当空，星光闪烁。人眼在一般情况下，只能看到比6等星更亮的星星。而太阳系的第七个行星——天王星，在冲日时的星等是+5.5等，比6等星还亮60%，人的双眼应当是可以看得见它的。可是在十八世纪以前的漫长岁月中，不知为什么竟会无人注意它！

1781年，英国天文学家赫歇尔用他自制的大望远镜在逐次扫巡天空的各个区域时，终于发现了天王星。赫歇尔的这一功绩足可名垂史册，因为这是有史以来人类第一次发现行星。这项发现，也把我们太阳系的“版图”扩大了一倍多。而且它也为提丢斯—波得定则作了佐证，为小行星的降世催了生。

事实上，过去的确有人看见过天王星，只是他们熟视无睹而失去了成功的机会。许多“历史文献”都

可证明，在赫歇尔以前，和天王星打过交道的还不止一人。最早的记录可以追溯到伽利略发明天文望远镜之前。1609年，一个名叫弗拉蒙斯特的人曾经见过它一面，并且也作了记录，可惜他未能跟踪追击。在1750～1771年间，法国有个天文学家名叫勒蒙尼耶，曾经在望远镜里和天王星会晤过十二次之多，而且他也的确发觉这颗星的位置常有一些微小的变动。可是这位教授脾气十分暴躁，他把很多精力都耗费在与同事无谓的吵架斗嘴上去了，他的工作作风也很马虎随便，观测记录随手乱丢。后来发现，有一次他的天王星观测记录竟写在一张包着香水瓶的旧包装纸上。所以难怪这位粗心的勒蒙尼耶会毫不思索地把位置的不同看作仪器的误差了。可见在科学研究中，如果没有一丝不苟、严肃认真的科学态度，不多问几个为什么，那么即使俯手可得的科学成果也会从手中溜走的。

141. 天王星有什么奇特之处

天王星离太阳比土星远一倍多，达28亿7千万公里，但直径只有土星的40%左右，因此即使在大望远镜中，它也只是一个带淡绿色的小圆面，很难看清它的表面细节。然而它的发现却大大打开了人们的眼界，使人相信太阳系比原来想像的大得多。

至今我们对天王星的了解并不算多，但它的运动状况却很有趣：人们发现，它的位置总与理论计算值有些偏差，由此导致了天文学上又一件轰动世界的大事——海王星的发现。

天王星的最奇特之处在于它的自转运动。虽然它自转的周期与地球相仿，也在24小时左右，但它的赤道面与轨道面几乎互相垂直（交角98°左右），所以它好像躺在轨道面上一边打着滚一边向前移动（图34）。目前，很多人认为，造成这种怪现象的原因可能是在天王星形成晚期，被一个“莽撞鬼”撞翻了，这“莽汉”就是从星云演变到行星的中间产物——“星子”。

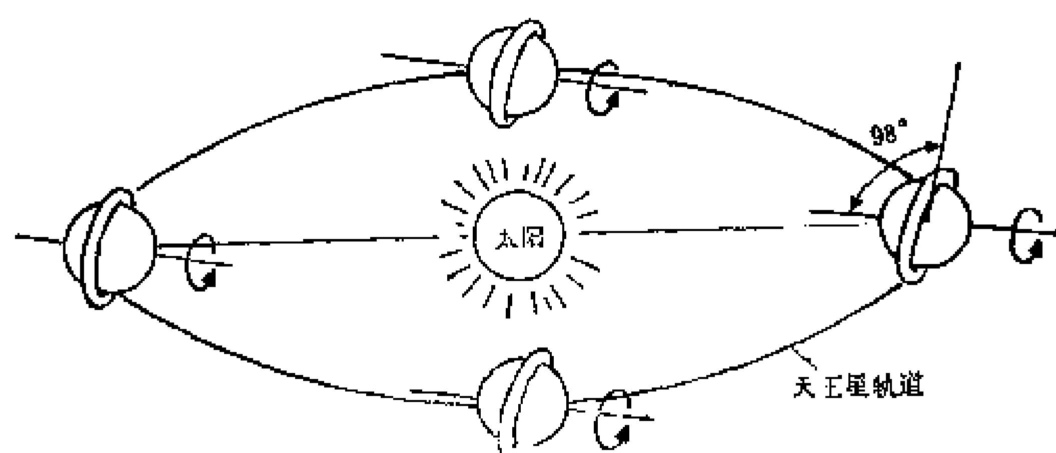


图34 天王星的自转十分奇特

142. 天王星上看到的太阳是如何运动的

地球每年绕太阳运转一圈。在我们眼里，夏至时

(6月22日左右)太阳在最高位置，以后日渐向南而去，直到冬至(12月22日左右)后再渐渐回来。但在天王星上，由于天王星的自转轴与轨道面的交角仅8°，所以太阳几乎可以在两极间游移。天王星绕太阳的公转周期约为84年。“夏至”时，太阳在北极附近的西天升起，向东北方落下，“冬至”日，则在南极周围。如果有人住在天王星的极地，那么他将连续42年都生活在白天，而后再连续42年不见天日。例如1944年，他看到太阳几乎就在头顶上绕小圈儿转个不停，往后盘旋的圈越来越大，到1986年，可转到地平之下……。

当然，因为天王星离太阳很远，在天王星上所见到的太阳角直径还不到2′，实在小得可怜！尽管它还有1,200个满月那么亮，可是收到的热辐射却是微乎其微的。所以，即使在太阳当头的时候，仍然冷得可怕，仅有－184°C左右，这已足以使氧气变成液态氧了！

143．发现天王星的“光环”有什么意义

1977年3月，天王星正好掩食一颗恒星(挡住恒星的光)，这是非常罕见的事情，也是天王星“有史”以来的第一次掩星，所以中外天文学家都很重视，都抓紧时机进行了认真细致的观测。果然，从处

理所得的资料中，意外地发现，原来天王星周围也像土星那样，有环带在绕它旋转。而且后来又证认出，天王星环带包含的大大小小的环有9条之多。

发现天王星光环，曾被列为天文学1977年的重大发现之一。因为以前，人们总认为光环仅是土星的“特产”，是演化中的偶然产物，天王星环带的发现促使人们去找木星环。果然，1979年“旅行者”又发现了木星环，这样使不少人认为：环可能与卫星一样也是某种共同的演化规律所产生的，或许海王星，冥王星也有某种形式的环在等待我们去发现、研究呢！这为解决太阳系演化提供了新的线索，所以天王星光环的发现是自1930年发现冥王星后的半个世纪中，太阳系研究中的最重大成果。

144. 海王星是怎样发现的

赫歇尔于1781年发现的天王星，不久就给人带来了烦恼，人们从观测中发现，天王星在轨道上不断“出轨”，总是与理论计算得出的位置相差一些，更糟的是这个差别越积越大。到十九世纪中叶，已达2′之多，甚至弄得有人怀疑起牛顿万有引力定律和开普勒定律起来了。十九世纪，海洋运输已成为欧洲重要的生命线，航海事业需要天文学家提供星星的准确方

位。在此二百多年前，开普勒为火星运动的8′偏差悉心研究了几十年，终于得到了凭以建筑天体力学大厦的开普勒定律，如果今天无法解释这2′误差的由来，岂不叫人十分难堪！

后来人们想到，或许天王星也不是太阳系的边界，可能外面还有尚未被人们发现的行星，正是它的影响，才使天王星在轨道上不断地跳着“扭摆舞”。但是，怎么去证明这一点呢？茫茫无际，广袤深邃的宇宙中，那儿去找这颗未知行星的踪迹呢？

当时，英国有个24岁的大学生叫亚当斯，他深信这颗行星一定可以找到，而且花了几年时间，作了大量的冗长枯燥的繁复计算，终于在1845年得到了结果。他满怀希望，请求格林威治皇家天文台协助，加以证实。可惜这位趾高气扬的台长一看是个无名之辈的文章，还没有看完，就把它束之高阁了。值得庆幸的是，几乎与此同时，法国也有一位青年勒维耶也在为此冥思苦索。同样，他也花了几个春秋才攻克了这个难题。更幸运的是，他遇上了“洋伯乐”——柏林天文台台长加勒。在接到他的信后第二天，即在1846年9月23日，就把望远镜指向勒维耶所说的宝瓶座方向，找到了一颗星表上所没有的8等星，其位置离勒维耶所说的相差不到1°。惊人的消息公布后，英国

人才记起了他们的亚当斯，后来很快证明了，这就是人们期待已久的新行星，并按以往惯例，给予一个神话人物的名字——海王星。

海王星是一颗用笔和纸发现的行星，它生动地证明了科学的胜利，恩格斯对此曾给予极高的评价。两个年轻人——亚当斯和勒维耶的名字都载入了天文学史册。

145. 海王星的两个"月亮"为什么与众不同

在卫星世界中，一般说来，靠近中心行星的卫星，或者说体积较大的卫星，都是"规则卫星"，它们绕行星转动的方向与行星自转的方向是一致的。但是海王星的两个"月亮"却不是这样。在海王星身旁的海王卫1，半径比我们的月球还大，质量几乎与土卫6相仿，而且近年发现，肯定还有大气层，然而它却偏偏是逆行的！其轨道虽是一个正圆，但与行星赤道面的交角达160°。而比它距离远17倍、半径小15倍，轨道偏心率大到0.75的小小海王卫2照例应属不规则卫星之列，但它却是顺行的。

对于这种反常的情况，天文家们也感到十分头痛，虽然不少人作过研究，提出过一些想法，如因为

别的天体的碰撞，冥王星轨道变化的影响等等，但至今还没有真正能得到彻底解决。

146. 九大行星谁最小

1978年夏天，天文学家根据对刚发现的冥王卫的观测，计算出冥王星的质量仅是地球质量的千分之二点四，合1400亿亿吨，比水星小22倍，其半径只有1350公里，只及水星的55%，故是大行星中的"小弟弟"。

冥王星是这样小，即使与卫星相比，它也只能算"中上游"，因为它比月球、4个伽利略卫星、泰坦（土卫6）、海王卫1都小。从质量讲，木卫3、土卫6也比它大一个数量级。难怪有人甚至要怀疑它是不是够得上大行星的资格了。

正因为冥王星太小，又离我们太远，因此发现它以后五十多年来，我们对它的了解仍然很少。

147. 冥王星上的太阳、"月亮"是啥模样

遥远的冥王星与太阳的平均距离为60亿公里，太阳光要5个多小时才能抵达。但因为它的轨道偏心率较大，所以近日点和远日点与平均距离之差也可达10亿公里。从冥王星上看来，太阳几乎只是一个混杂在繁星中的亮点。只有在近日点附近，"眼力"好的

人才可勉强看出，原来太阳还有一个小小的视圆面。它的光看来还有200多个中秋明月那么强，或者说相当于1.5米处的一盏百瓦电灯光。

冥王星上的“月亮”是冥王星的卫星，它是迄今所知的唯一的天然同步卫星。它绕冥王星旋转的周期与冥王星的自转周期相同，因此它好象悬挂在冥王星赤道某处的上空“一动不动”。与小而明亮的太阳相反，它是大而无光，因为它离冥王星很近，故在冥王星上看起来，大小相当于我们见到的月球的25倍，可是它发出的光却不到我们月球的十分之一，所以它的“面庞”显得特别凄凉和苍白。

有趣的是，在冥王星上不同的地方，所看到“月亮”的位相虽然基本相同，但它在天空的位置却各不相同。例如在两极处看，它只在地平线上，而在背着卫星的冥王星的另一半球上，则永远看不见卫星的“芳容”。但是如果在冥王星的赤道上作环球航行，则可看到“月亮”会渐渐升起和落下。

148. 科学家们为什么把冥王星卫星当作“掌上明珠”

冥王星发现于1930年，至今刚刚50年。它绕太阳一圈要248年，所以人类还只看见它走了1/5圈，

加上它十分遥远的距离和小小的“个儿”，连5米望远镜也很难得到它什么有用的资料，所以过去连它的质量、半径都是一笔糊涂帐，更说不上表面情形和内部结构了。

然而，自1978年冥王星卫星发现后，天文学家很快算出了它的质量的准确值来，进而还得到了平均密度值，有了这些基本数据，又可进行一系列的研究工作，因此冥王星的不少疑团都迎刃而解了，这全是冥王卫的功劳。

虽然冥王卫的半径只有425公里，但与冥王星相比，已是足够大了，其比例甚至超过了月地比，成为太阳系中的“绝对冠军”；而且这又是自然界中唯一的同步卫星，难怪不少天文学家把它当作“掌上明珠”而爱不释手了。

149. 小行星是怎样“亮相”的

赫歇尔1781年发现的天王星，正好在提丢斯—波得定则规定的距离上。这样，使人们更加相信定则规定的另一个地方，即离太阳2.8天文单位处应该有一个行星存在。因此有人建议国际间进行“巡天”合作，分区包干，共同来搜索这个失踪了的“弟兄”。

时间刚跨进十九世纪，第一个夜晚就传来了喜讯——意大利西西里岛上的一个天文台台长皮亚齐，在金牛座内发现了一颗陌生的星星。最初他还怀疑这可能是颗彗星，可是当时著名的数学家高斯利用皮亚齐41天的观测资料算出了轨道，证实了这是一个人们期待已久的新的行星。它的轨道半长径为2.77天文单位，偏心率为0.079，皮亚齐为它取名为谷神星——希腊神话里西西里岛的保护神。可是在兴高采烈之余，人们又愣住了，因为从计算中发现它的质量很小，仅及月球的2%，直径也不到月球的1/4，所以只好称它为小行星。

150. 地球究竟有多少个“小兄弟”

谷神星发现后的第二年，德国医生奥伯斯发现了第二颗，称为智神星。但大多数天文学家当时对此感到的不是喜悦和欢乐，而是困惑和怀疑，因为似乎这是多余的不速之客。直到1807年发现了第四个小行星后，人们才意识到，可能小行星本身就是一个成员众多的“大家庭”。

小行星都很暗弱，所以只有在它们冲日时才易被人察觉，因此第五颗（义神星）是在相隔38年后的1845年找到的。但以后，由于取得了经验，发现的速度加

快了。1868 年，它突破了 100 大关，11 年后又增加到 200 个，第二个 100 颗也用了 11 年时间。此后，海德堡天文台的沃耳夫在 1881 年发明了一种新方法：用长时间曝光的照相法来寻找小行星，他一人就发现了582 个，于是小行星数很快接近了 1000 个。1960 年 5 月 9 日，已有 2000 个；1969 年 10 月 1 日为 3000 个(但正式算出轨道，经过两次证实即已正式编号、命名的小行星到 1979 年 10 月 1 日截止是 2118 个)。

从大小看，直径大于 100 公里的小行星只有 30 多个，在 50～100 公里之间的有 200 个左右，而 20～50公里则多达 670 个，如果以公里或几百米级来计，那就可能是成千上万了。据口径 2.5 米的大望远镜照相观测的统计有 44,000 颗，而亮于21等的则可能多达 50万——相当于一个中等城市的人口数(图 35)。

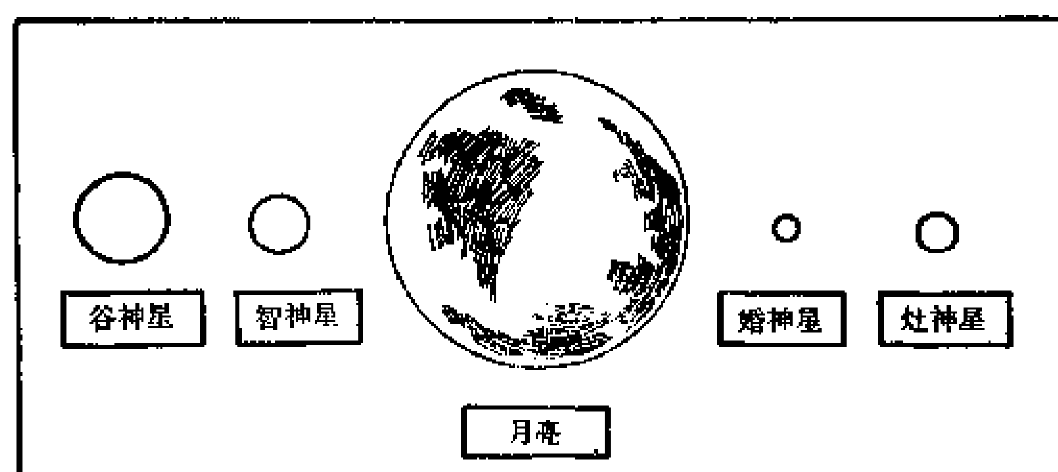


图 35　四个最大的小行星与月亮大小的比较

151. 小行星的名字为什么五花八门

起初，人们想不到小行星会这么多，所以仍按给大行星命名的惯例，给它们冠以希腊或罗马的神名，如谷神、智神、婚神、灶神、虹神、大力神……。这些名字，都与神话故事及神话人物的名字联系在一起。

由于新的小行星不断发现，神话人物的名字难于应付，于是天文学家开始用科学家的名字来命名。因此，哥白尼、牛顿、伽利略、皮亚齐等也成了宇宙的“客人”。我国紫金山天文台发现的小行星也有一些称作张衡、祖冲之、一行、沈括、郭守敬等等的。

但值得纪念的科学家还是有限的。于是就有人以国家及城市名来命名它。如比利时、西班牙、纽约、美利坚等等。我们“中华”也很早升上了天空。最近不少城市也变成了小行星的雅号。后来甚至出现了诸如“道德”、“真理”、“公义”之类的名字，但还是供不应求。所以也有一些小行星，最后只有以一个数字号码来命名。

1925 年，国际天文学会规定，新发现的小行星不能马上编号命名，只能先给一个“临时户口”：把发现的年份后面加两个英文字母，前面一个字母表示

在某个月的上半月或下半月，A、B即分别为一月上半月和下半月，C、D则表示二月的上半月和下半月，余此类推(但字母I不用)。第二个字母表示那半月中发现的第几颗，如1949 MD就表示是在1949年6月下半月中发现的第四个小行星，发现者必须计算出它的轨道，并又得到两次以上的冲日记录，才能取得“注册登记”的资格。所以有些小行星虽然很早就被发现了，但仍然未能得到承认，依然是个“流浪者”。例如我国紫金山天文台台长、中国天文学会主席张钰哲先生于1928年发现的1125号“中华”，开始因为没有大望远镜观测记录证认，一直没有找到它的下落，所以很久未得以正式编号及命名，直到1957年10月，紫金山天文台的工作人员终于在万千繁星中找到了它，这一别竟是30年，以后又陆续观测到，最后，才得以正式命名为“中华”。

152. 人们为什么要研究小行星

多数小行星确实小得叫人看不上眼，可是也的确还有不少人孜孜不倦地在寻找和研究着它们，甚至有人为它们献出了毕生的精力。维也纳天文台台长帕里沙，就是在27吋望远镜旁守候了终生，他一共发现了125个目视小行星(当时还无照相法)。我国紫金山

天文台也没有一个专门观测、寻找和研究小行星的机构。

小行星虽小，但在天文上却也有相当的地位。利用小行星的冲日观测，可以得到十分准确的天文单位值；通过对小行星的精密测位，又可得到天球上的基点(如春分、两极)的准确方位，以改进星表中恒星的坐标；从小行星受到的大行星摄动，可以把大行星的质量定得很准；在研究太阳系的起源、演化时，小行星更是不可多得的"活化石"，它可以告诉我们几十亿年前许多"惊心动魄"的故事。在今天，人们已开始进行宇宙探测，小行星则是非常理想的中继站。因此，我们应对它刮目相待。

153. 小行星中有哪些"特殊人物"

绝大多数小行星运行在火星、木星之间，可是也有不少有趣的例外。如有近30个小行星，它们与太阳的平均距离都与地球相仿。其中一个叫赖沙朗的，甚至只有0.8天文单位；而1949年发现的1566号小行星伊卡鲁斯，最接近太阳时的距离只有2,800万公里，比水星还近一半；而与地球最接近的记录是小行星"赫米斯"，是在1937年发现的。那年10月，它离地球仅70万公里，真好像到了我们的"家"门口。

最远的一颗小行星则是1977年发现的科瓦尔，那时还有人满以为它是人们期待已久的第十颗大行星呢！它与太阳的平均距离是13.7天文单位(约22亿公里)，最远时，则跑到了天王星的轨道附近——28.4亿公里。

迄今，最大的小行星就是最早发现的谷神星，直径760公里，质量为117亿亿吨，但这差不多已占整个小行星质量的1/2。而目前能“看到”的最小的一颗是阿多尼斯，其直径只有300米，相当于一艘航空母舰的长度，质量只有谷神星的200亿分之一。

还有一群很有趣的小行星即是有名的特洛伊群(以前译作脱罗央群)，它们正好位于木星轨道前、后各60°左右的地方，与木星、太阳组成两个正三角形(图36)。这原是18世纪一个数学家预言的天体力学的稳定结构。但在以前，人们都以为这仅是一个有趣的数学模型，天空中哪会有这样的巧事！1906年，人们发现了588号阿且里斯和617号卓克拉斯，却应验了这件巧事，证实了天体力学中的这个重要结论。现在知道，簇拥着木星行动的这个特洛伊群共有34个小行星(正式命名的只18颗)。

1978年6月，人们惊奇地发现，直径只有243公里的532号小行星——“大力神”，其“身旁”居然

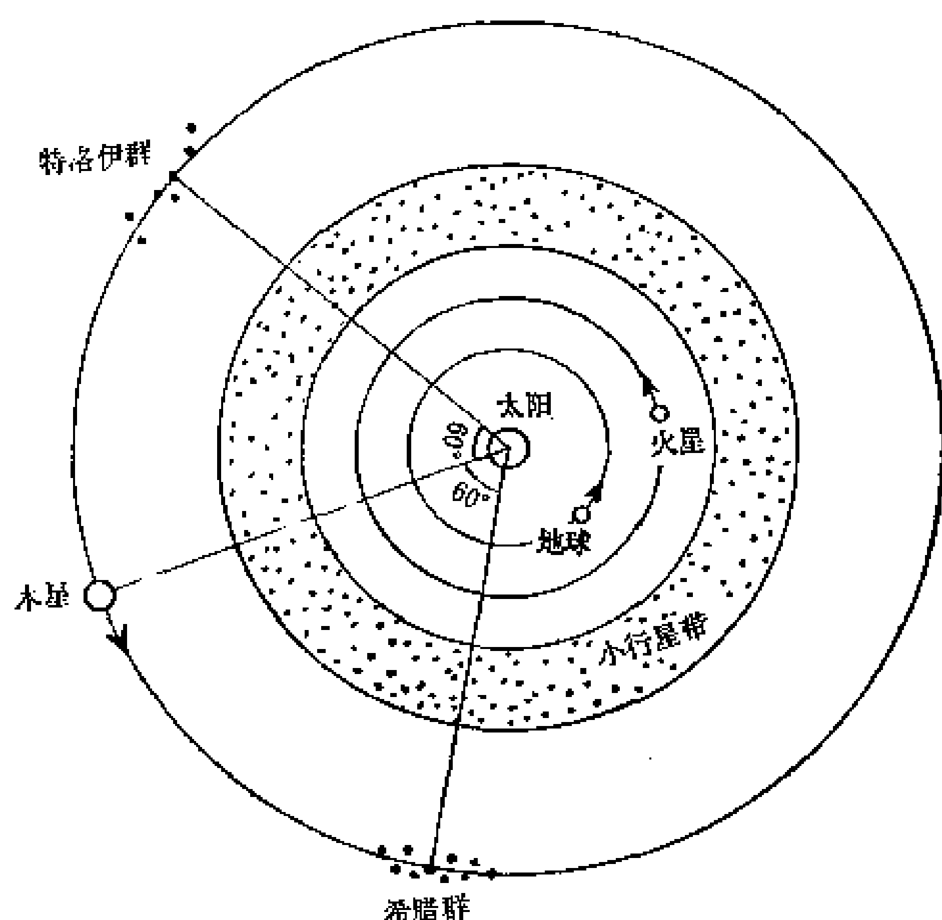


图 36 天空中两个奇特的三角形

还有一颗小天体在绕它旋转，这颗小行星的卫星的直径约45.6公里，两者相距977公里。后来又发现18号梅菠曼、6号韶神星、9号墨提斯、129号安提戈涅等，都可能有自己的“小卫星”。

154. 我国天文学家发现了哪些小行星

我国的天文工作者在小行星研究方面做过不少工作。早在1928年，紫金山天文台台长张钰哲还在美国工作时，就发现了1125号小行星。为了表示对远

隔重洋的祖国的怀念，他把它取名为“中华”，这是小行星史上第一个“国产”品。解放后，在张台长的领导下，紫金山天文台行星研究室，在20多年内始终坚持不渝地进行了5000多次观测，陆续找到400多颗新的小行星，其中已有100多颗算出了运行的轨道。已获得了正式国际编号和名字的计有：

1802 张衡、 1888 祖冲之、 1972 一行、
2012 郭守敬、 2027 沈括、 2045 北京、
2077 江苏（曾名“钟山”一号）、
2078 南京（曾名“钟山”二号）、
2085 河南、 2062 安徽、2169 台湾、
2184 福建、 2185 广东、

为了表彰张台长和我国天文工作者在小行星工作方面的贡献，国际上决定把美国发现的2051号小行星取名为“张”，2240号小行星为“蔡”（台湾的天文学家蔡章献）。

155. 彗星会不会给人招灾引祸

在美丽的夜空中，有时会出现一个“披头散发”的“不速之客”。它们常常拖着一条毛松松的长“尾巴”，闪烁着令人惶恐不安的光芒。在天文学上，这种天体被叫做“彗星”。中外历史上，都曾把它视作

不祥之物。

1680年，天空中出现的一颗大彗星，曾引起了西方世界的空前混乱，不仅使那些市民们谈虎色变，就连科学院的“学者”们也感到惴惴不安，一些疑神疑鬼的胆小者更以为是世界末日降临了，慌慌写下了把财产赠给僧侣、寺院的遗嘱……。我国古代则以“孛(bo)星”、“妖星”、“蚩(chi)尤”、“扫帚星”等令人生厌的名字来叫它。直到本世纪初，还有人蛊惑人心地煽动说：1910年5月，哈雷彗星的尾巴要扫过地球，人类将荡涤无存……(图37)。

科学告诉我们，在太空中运行的彗星，对我们人类的社会生活一般不会有什么损害。因为它也遵循着共同的自然规律运动、演变。即使彗星与地球相遇，由

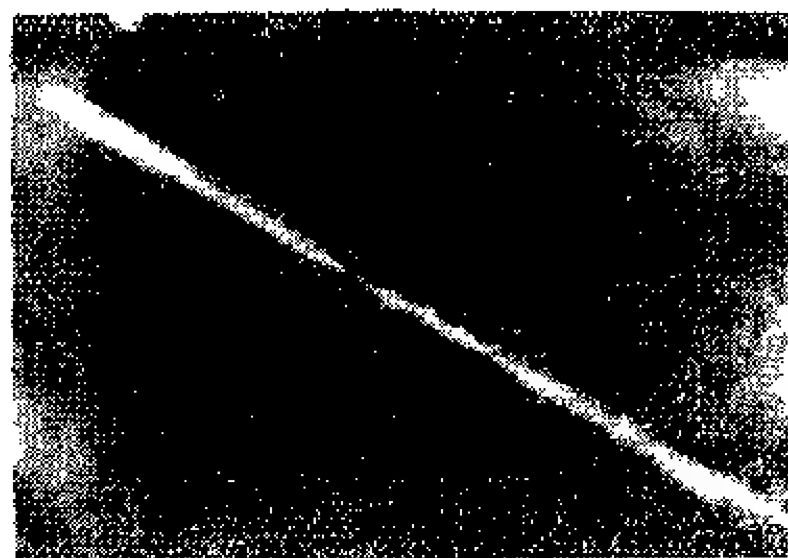


图37 天空中的不速之客——1910年5月4日的哈雷彗星

于它的组成物稀薄得可怜，人也不会有任何异样感觉。

事实也是如此，1910年哈雷彗星的确“扫了”一下地球，但是当时谁也没有异样的感觉，更谈不上对人类有什么影响。

156. 为什么彗星常常拖着一条长尾巴

彗星与行星、小行星不一样，它的“实体”只有一个很小的彗核(几百米～几百公里的范围)，其成分主要是很小的岩块、尘粒及冻结了的水汽、甲烷、氰化物等。彗星的运行轨道又很扁长，有的还是抛物线和双曲线，所以当它慢慢走近太阳，相距2、3天文单位处时，在太阳的照耀和“太阳风”(速度很大的粒子流)作用下，冻结物逐渐从核中蒸发出来，并反射阳光而发亮，于是我们便可看到它的“尾巴”从无到有，由小变大，而且常是背向太阳的。在它们绕过太阳以后，因为逐渐离开太阳而去，所以尾巴就慢慢消失，最后连彗星本体也在深邃的宇宙中“隐居”起来。

彗尾十分庞大，一般都长达数百万、数千万公里，大的可达几亿公里，在天上跨越120°。不过，它只是一个“泥足巨人”，因为其平均密度比空气还小十亿亿倍，任何恒星的光线透过彗星就如入无人之境，丝毫不受影响。有人计算过，如果把彗尾物质做成一根截面1米^{2}的柱子，那即使从地球连到太阳，它的

重量也只不过几克重。

还要指出的是，彗星通常有一条尾巴，但也不是绝对的，有的就根本没有尾巴(如恩克彗星)，有的却有两条、三条，甚至四条的，最多的如1744年出现的歇索彗星，根据记载尾巴可能多达6条(图38)。

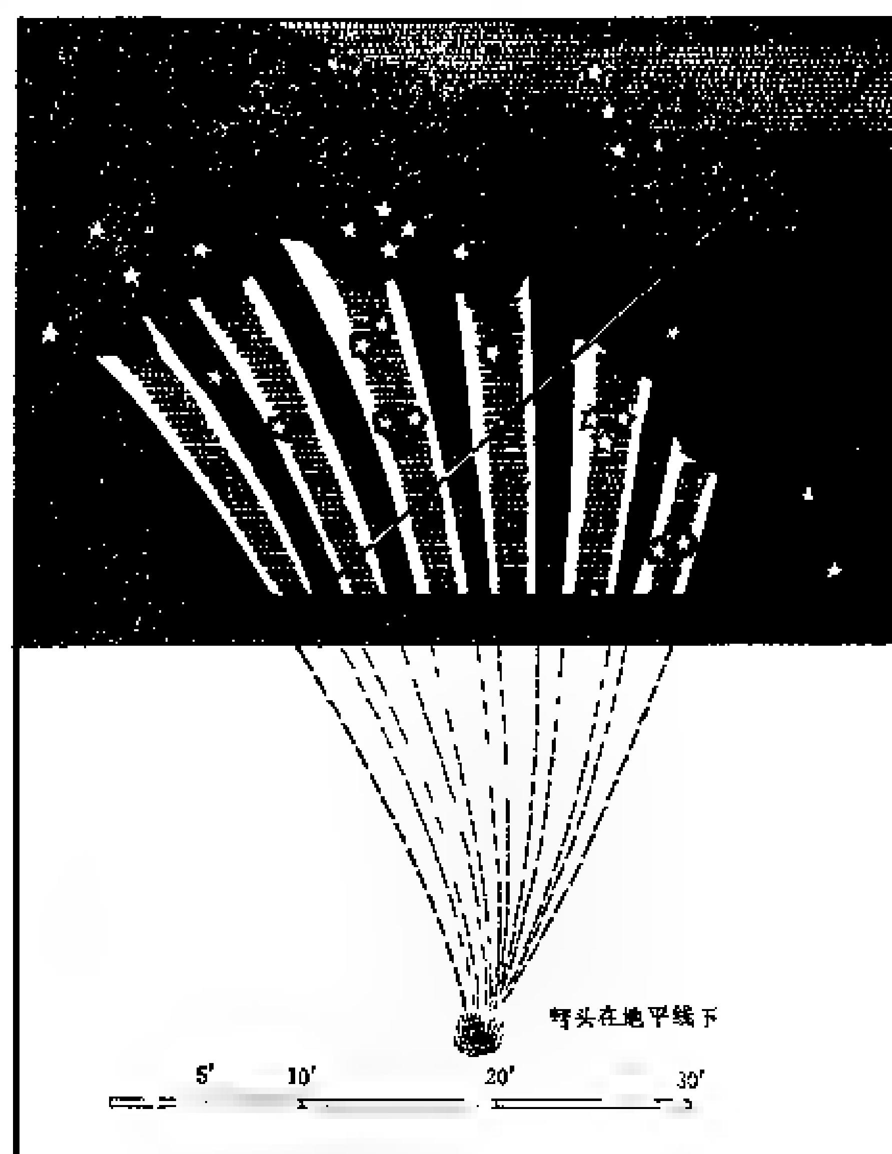


图38　1744年出现的六尾彗星

157. 太阳系有多少颗彗星

如果用望远镜观测，我们便会发现，彗星并不是凤毛麟角，平均每年都会有6、7个。至1973年，已被人们记录“归档”的彗星是1500颗。但算出了轨道的还不足1/2——700个。而其中又有一半左右，其轨道是抛物线或双曲线，对于这类彗星，实质上只是一个“过路客”，我们见到的是第一面，也是最后一瞥。

不过，彗星因为质量很小，它的轨道一般不太稳定，因此由于大行星的影响，有时原来是双曲线、抛物线的轨道会变为椭圆轨道，当然相反的例子也是存在的。

但是，彗星的实际数目却是很多的。十七世纪时，开普勒就曾经估计过，彗星可能与“大海中的鱼一样多”。当然这有些言过其实，但现在人们估计也有一千亿左右，也可算得上是个“天文数字”了。虽然彗星体积十分庞大，但质量却小得可怜，一个大彗星通常只有10亿亿吨，相当于地球几万分之一，而小彗星仅仅几十亿吨，那更不知比地球小多少倍了。

158. 彗星会把地球撞翻吗

彗星体态硕大无比，又常经过太阳附近，难免会

碰到地球。牛顿时代有个天文学家叫惠斯登。他在1696年曾“预言”：到公元2349年11月28日，待1680年出现的那颗大彗星再度回来时，就会引起北京附近发生滔天的特大洪水，其他一些地方也将山崩地塌，彗尾扫过地球时，又会形成一场40天不停的瓢泼大雨，所有大陆都将沉入水底一万米……。

1745年，法国生物学家布封也曾认为，行星就是彗星从太阳中撞出的物质形成的。这样，岂不是终有一天地球也会被彗星撞得“人仰马翻”？1826年，比拉彗星出现在天际时，又有人发出警告：1832年，它将穿过地球的轨道面，相距只有32,000公里，比彗头还小几百倍，地球不可避免地要被它撞毁了。于是“世界末日即将来临”的歇斯底里叫喊声甚嚣尘上，一些人甚至受不起这紧张气氛的刺激而举枪自毙。但是后来，有人指出，虽然计算无懈可击，但却忘却了时间概念，因为比拉彗星穿过地球轨道是在10月29日，而地球却要一个月后才到“出事现场”。这时，彗星早已飞出“十万八千里”了。这样才使一场轩然大波逐渐平息下来。彗星与地球相遇或相撞不仅完全可能，而且事实上已发生过多次了（例如1910年哈雷彗星回来时，在5月间它的尾巴就把地球“扫”了一下），可是谁也没有什么异样的感觉。因为彗星的

质量只有地球的百万分之一左右，而它的体积十分庞大，因此平均密度非常小，彗星内部物质极端稀薄（比真空还不知稀多少倍），所以它碰到地球上，充其量就像一把花生皮扔在大象身上，不会引起灾祸。

159. 哈雷彗星什么时候回“娘家”

哈雷彗星是彗星界的“风流人物”，是第一个为人预言如期归来的彗星。正是通过它，人们才开始认识彗星的本质。现在知道，哈雷彗是颗逆行彗星（与太阳系行星公转方向相反），其近日点在金星轨道内，远日点却超过了海王星范围（图 39），每隔 75～76 年

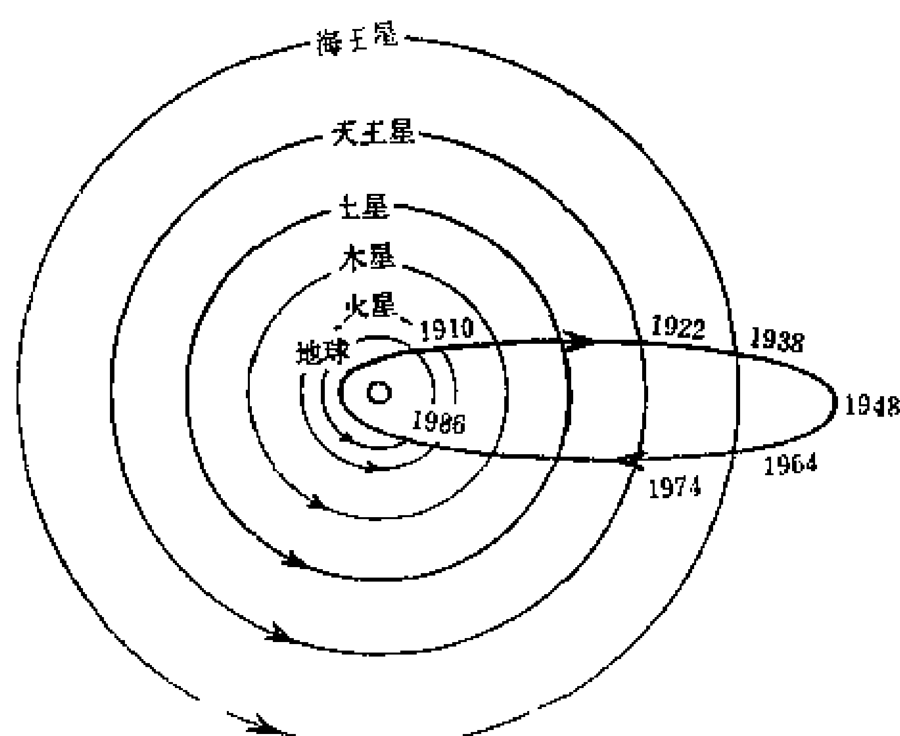


图 39　哈雷彗星的轨道是逆行轨道

回来“探亲”一次。还有人算得其质量为1万亿吨。

哈雷彗星的最早纪录出现在我国古书《淮南子·兵略训》中。据考证，这是公元前1057年的事情。同时，这也是世界上最早的彗星文献。此后，从秦始皇七年（公元前240年）到最近一次的清宣统二年（1910年）间，29次回“娘家”的情况，都可在我国史书上一一找到记载。这为研究彗星提供了十分宝贵的资料，因此极为国际天文界所赞颂。

1910年哈雷彗星回来时，景象颇为壮观。在5月中旬时，即使在黎明的晨曦，也可看到它在闪闪发光。夜间，它的彗尾长达140°，跨过了大半个天穹，实际长度也有2亿公里左右，其光度足可与银河争辉。根据天文学家们的计算，哈雷彗将于1986年2月回来。但估计在1985年时，它就可能会呈现在天空中了。为了进一步研究彗星的结构及本质，科学家们正在计划制造一枚专门的彗星探测器，准备在它下次回来时发射，去作一次深入虎穴的探险，并把采集来的“标本”带回地球仔细研究。这样就可以更进一步掌握彗星世界的奥秘。

160. 恩克彗星还能活多久

恩克彗星又称恩克—巴格隆彗星。因为在1818

年首先发现它的是法国马赛天文台的一个看门老人，他叫巴格隆。而算出它轨道的却是天文学家恩克。它的近日点与水星相仿为0.33天文单位，每隔三年四个月就会回来一次，这个彗星的光度很弱，基本上没有彗尾，看上去像一团星云。在1882年，只相当于一个五等星，到本世纪，已暗到人们非得仰仗望远镜才可看到它的“尊容”。

难得的是，它回来50多次的记录都一一有案可查，从这些珍贵的资料中，人们又发现它的运行速度正在逐渐加快，每次回来都比上次提早3个小时左右。这说明它的轨道正在不断缩小，因此有人估计：到1994年2月，它再回来时，可能会坠入太阳表面。也有很多天文学家认为，它发射气体的能力，几十年内并没有减弱多少，所以很可能还会长期存在下去。

当然，究竟如何，不用多久就能见分晓了。

161. 比拉彗星到哪儿去了

饶有趣味的比拉彗星也是一直挂在天文学家嘴边的“红人”。比拉是奥地利的一个陆军军官。他在1826年2月27日最早发现了这个彗星。但后来人们才知道，巴黎天文台的看门工人巴格隆早在1805年就已有过它的观测记录。而且，它“初出茅庐”就曾引起

一场“世界末日即将临头”的闹剧。

1846年，比拉彗归来时，发生了一件神话般的奇迹。那年1月3日，就在众目睽睽之下，它像医生显微镜下的细菌那样，居然分裂了。开始的分裂物又暗又小，但它“发育”很快，不久就和原来的相仿，成了一对“双胞胎”。一个月后，这两个分裂物已羽丰毛满，都有了自己的彗核、彗头和彗尾，相互之间的距离亦有24万公里……。待到1852年，这一对“姐妹彗星”双双比翼回来时，人们发现它们之间的距离已增大了10倍，即240万公里了。

根据理论计算，它们应于1859年再回来。可是，因为那次它离太阳的角距离太小，人们无法观测，但谁又料到，这却成了一次永别，人们以后再没见到它的踪迹。更令人惊愕的是，1872年，正当天文家还不死心，在四方搜索它时，11月27日，欧洲一些地区却遇上了一次罕见的“流星雨”。被弄得惊慌失措的目击者，只见到从仙女星座中不断迸发出万千火花，壮丽非凡。这场“流星雨”从晚上7时一直持续到凌晨1时。有人估计，这次流星的总数可能达16万之多，在流星雨陨落高潮时，每秒钟达10～15个。计算表明，那时地球正好穿过比拉彗星的轨道。1885年11月27日，地球再次贯穿它的轨道时，同样出现

了一场壮观的流星雨。由此可见，这正是比拉彗星瓦解了的残骸。

现在已经确证，至少有8个流星雨是由某些彗星的分裂瓦解物造成的。

162. 最早的彗星记录在哪儿

在西方，亚里士多德曾断言，彗星不过是大气中某种燃烧现象，没有研究价值，所以欧洲很少有人去研究和记录。我国很早就知道了“彗体无光，傅日而发光”的道理，所以为后人留下了异常丰富的资料，世界上最早的彗星记录是《淮南子·兵略训》中的一次记载：“武王伐纣，东面而迎岁，至汜而水，至共头而堕，彗星出，而授殷人其柄”。据考证，这是著名哈雷彗星的最早“档案”，大约发生在公元前1057年。比西欧最早的记录要早1100多年。

在马王堆西汉古墓的出土文物中，有一张彗星图（图40），它记录了两千多年前人们对彗星观测研究的结晶。从图上所绘的29种彗星不同形态中可以得到很多宝贵的资料。

在目前，人类已知的1500多颗彗星中，有982颗都能在我国史料中找出它们的行踪。

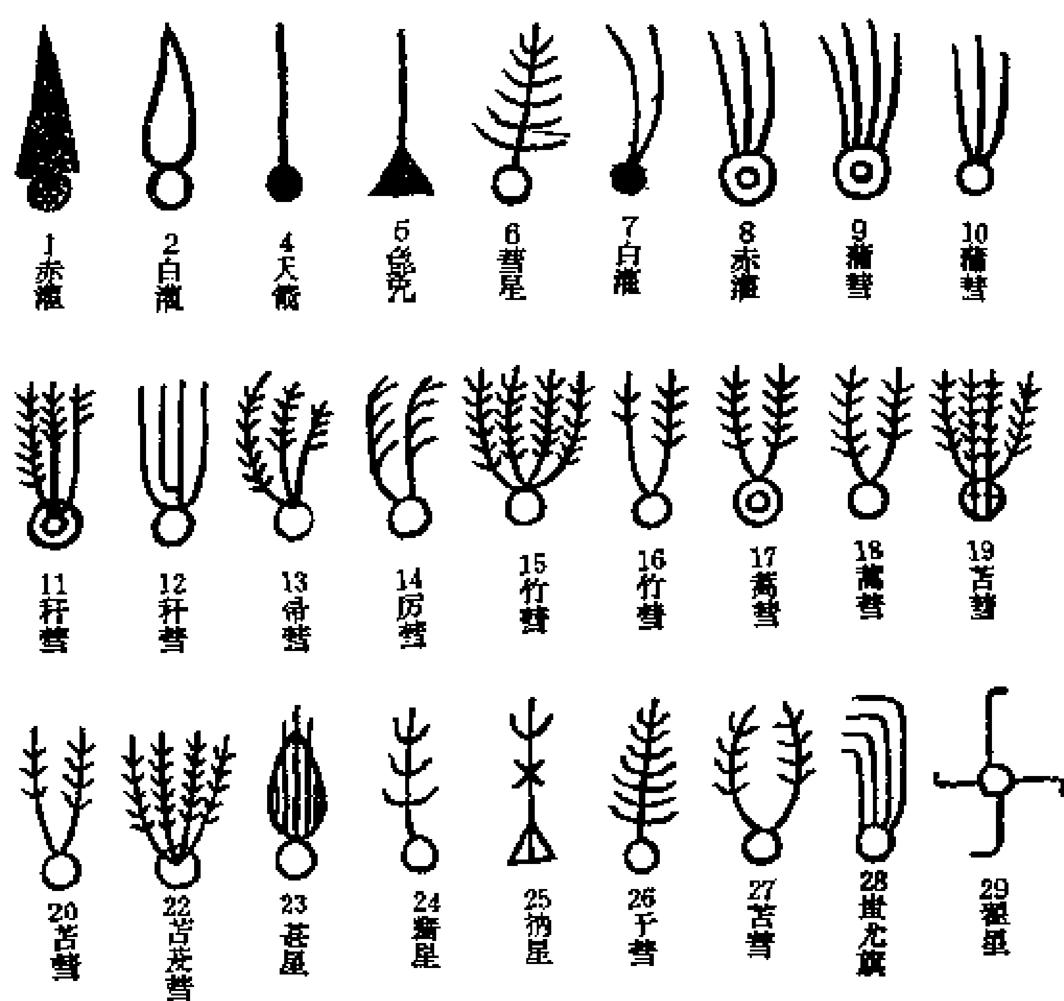


图 40 马王堆西汉古墓出土的彗星图

163. 为什么有时天上会有“星”掉下来

很多人都见过夜空中划破长空的流星（图41）。以前，人们曾把它与帝王将相的生死兴亡附会在一起，这当然纯属无稽之谈。但是高高在天的星星怎么也会落下来呢？有些人至今还感到纳闷。

其实，落下来的“流星”并不是什么真正的星，因为恒星都是遥远的太阳，远比地球大，绝对不可能

落下来。所谓流星，实际上是运行在地球轨道附近的尘埃或小石子形成的“流星体”。它们本来十分微小，我们根本无从察觉。可是，它们一旦闯入地球大气，因为它们速度很高(每秒十几至几十公里)，与空气剧烈摩擦便燃烧起来，即变成一条明亮的余

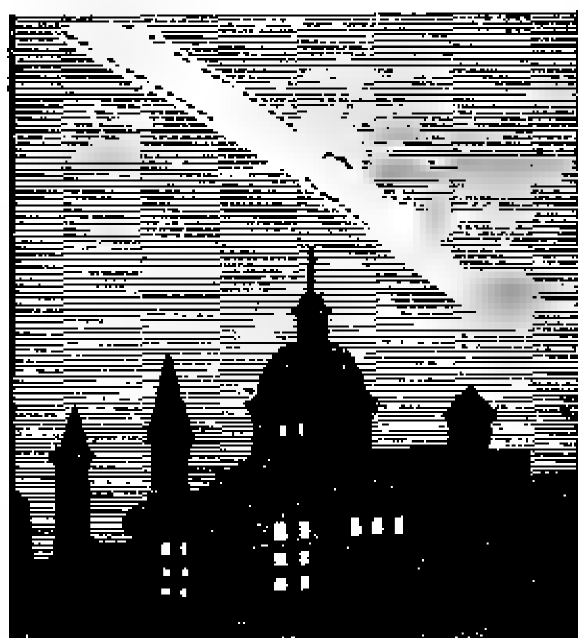


图 41　一颗流星划破夜空

迹——流星。因此说它是“星”，实在有些鱼目混珠。

大多数流星都在离地面30公里的空气中气化或烧成灰烬，以后又神不知鬼不觉地洒向地面。不过，倘若原来的流星体很大，则会变成一团耀眼的火球——“火流星”，伴随着滚滚的沉雷呼啸而下，颇为壮观。

164. 流星与陨星有什么不同

流星是闯入地球大气的流星体，因为与空气发生剧烈的摩擦，使它的表面温度骤然陡升到几千度而发生燃烧，才成为人们所注目的流星。一般说来，流星体都是质量很小的颗粒，因此大多还未到达地面就已烧成气或灰烬了。

如果原来的流星体较大，剧烈燃烧后还有残骸落到了地面便成了陨星。从本质上看，两者并无区别，不同的只是大小问题。

流星的数目极多，肉眼能见的每夜都可达几十个，因而几乎人人都见到过突然出现的流星。但陨星却常是稀世之珍。古今中外，一共只有2000多次记载，而找到的天外“来客”还不到其中一半。

165. 流星雨和陨星雨是不是一回事

如前所述，流星雨的“母体”是彗星物质，很可能是一群小团粒和冰块；陨石雨的母体是一个，但很大。多数人认为，陨石雨的母体或许是一颗小行星，闯入大气后，由于温度剧烈升高，而变成一个耀眼的火球(有时可比太阳还亮)，接着就像炸弹那样爆裂成万千碎片而落向地面。

流星雨十分美丽而动人，但它是无声无息的，事后地面上也找不到什么“遗物”。而陨石雨总有隆隆的雷声和爆炸声，而且常在地面上留下一些陨石坑，通常还可找到不少陨石的碎片。如1976年3月8日的吉林陨石雨，已收集到的陨石有100多块，总重在2.7吨以上。最大的一个陨石坑直径为2米，深达5.6米，这块陨石称“吉林1号”陨石，重达1770公斤，

是目前世界上最大的石质陨石。

再说，流星雨既然是彗星瓦解的产物造成的，这种瓦解物常常分布在整个彗星轨道上，只要地球穿过它的轨道，就会有流星雨发生。而地球运动是很严格的周期运动，所以流星雨便有相当准确的规律性，出现的时间、方位几乎是固定的。如著名的金牛座流星雨总是在11月8日前后出现于金牛座方向，而天琴座流星雨一定在4月22日左右才可观测到。而陨石雨的母体本质上是个大流星体，它们虽然也在绕太阳运动，但具体轨道彼此千差万别，因此出现的时间和地点无规律可寻，人们至多只能根据陨石雨的轨迹，去反推它原来的轨道。由此可见，这两种天象实质是“貌合神离”，各不相同。

166. 天文学家为什么要研究陨星

天文学研究的是天体，在人类发明人造卫星、宇宙火箭之前，唯有陨星是送上门来的天外来客。对于这唯一可以分析研究、实验的天体，其价值当然是无法估量的。

事实上，研究陨石确实可以发现很多新东西。它使我们了解了组成天体的元素物质，进一步证明了构成天体的元素与地球没有什么不同。最近，人们又从

陨石中分别发现了金刚钻、水份及有机物，这对研究矿床的形成，生命的起源极有意义。

更重要的是，陨石是太阳系"考古"的标本，因为各大行星形成至今，已经历了几十亿年的沧桑变化。不少物质早已脱胎换骨，面目全非了，唯有那些陨石之类的小天体还保持着原来的面目，因而它又成为研究太阳系的珍贵"化石"。研究分析陨石、测定陨石年龄，都大大促进、推动了太阳系起源和演化的研究工作。

167. 天上掉下的石头与地上的石头有啥区别

陨石是来自宇宙间的珍贵"礼物"。虽然至今还没发现它有什么未知的特别元素，可是因为经过了我们地球大气的"加工"，故与地面上一般的石块也有明显的区别：陨石的外面包有一层薄薄的深褐色熔壳，表面上还会留有不少"气印"（好像是大的指甲刻痕），有时甚至还能看到一些闪闪发亮的金属颗粒和密密麻麻的小球粒。陨石的外形大多像河蚌或油滴。而且因为它常含有较多的铁镍之类的金属，所以拿在手里比一般石头更沉。即使没有专门的仪器分析，一般还是可以弄清真伪的。

不过，一直到十八世纪时，西方一些社会名流在

陨石问题上仍愚昧得可笑，他们至死不肯相信，天上会有石头落下来。1768年，一块陨石落于法国农村，可是那些堂堂的法国皇家学会科学院院士们却把报讯者一一拒之门外，他们顽固地认为："石在地面，没入土中，电击雷鸣，破土而出，未必是天降之物"。一直到1803年，一场陨石雨降落在墨格勒，那些学者们才如梦初醒。可是，在美国竟仍不相信这种"奇闻"。据说，1807年美国有两个科学家说，亲眼见到了一次陨星落地，可是当时的第五届美国总统杰斐逊却可悲地在一次演说中对他们大肆攻击，认为他们在撒谎，不配做科学家……。

168. 天上会不会有"冰块"落地

陨星中除了石陨石、铁陨石外，"玻璃陨石"已属稀珍之物，它只分布在世界上有限几个地区。我国雷州半岛居民称之为"雷公墨"的就是玻璃陨石。但最使人惊讶不已的莫过于"陨冰"了。迄今为止，陨冰的记录仅有两次：1955年8月30日，美国威斯康星洲的卡什顿城，有一块重3公斤的冰块落在一个男孩的身边，断成二截。另一次发生在苏联。1963年8月27日，莫斯科附近一个农庄的菜园中，一大块冰块落在一个妇女身旁，这块重达5公斤的"陨冰"

立即“粉身碎骨”。这两次陨冰事件都发生在万里无云的大晴天，上空也没有任何飞机，而且科学家们化验的结果也确证了它们来自地球之外的特殊“身份”。

经过几百公里厚的大气层后，居然还会有几公斤重的余物落下。可见，它们原来在地球附近游弋时，是多么巨大的一座冰山呀！

169．为什么通古斯陨石成了一个不解之谜

1908年6月30日早晨，在苏联西伯利亚荒芜人烟的通古斯地区，一个比太阳还要耀眼夺目的大火球从天上呼啸而降，滚滚巨雷的轰鸣声震撼了大地，接着一声可怕的巨响(陨星在空中的爆炸声)惊动了周围1000公里的地区，它在原始森林中砸下了一个直径达46米的大深坑，它陨落时造成的震动使全世界的地震仪都描下了一段不寻常的曲线，而它爆炸的气浪击倒了几百公里范围内的所有大小树木，猛烈的冲击波绕地球转了整整两圈！在其周围30公里的地区则变成了一片焦土废墟，在大坑周围有200多个1～50米的陨星坑。有人估计，原来的陨星母体可能重达4万吨左右。

可是说来也怪，这样惊天动地的一颗大陨星，至

今还从未有人找到过它的残骸碎片，因而成为多年来的不解之谜。

有人认为，它可能是一个彗星的核（彗核）落了下来，有的则说肇祸者是一个直径几百米的小行星，而一些想象力较丰富的人却主张，它是来自“反物质世界”的物质，与我们地球上的正物质发生了“湮灭”；还有一些人却又坚持说，可能这是一艘“宇宙人”驾驶的飞船失事了，上面的核燃料发生了爆炸。近年来，还有人猜测：或许它原是一个尘埃大小的“黑洞”……。但是千说万说，谁都没能拿出什么令人信服的“物证”来，故悬案至今尚未得到解决。

170. 陨星会不会打着人

陨星进入地球的速度很快，即使经过空气的减速，但落地时仍有枪弹的速度。虽然它小如芝麻绿豆，但落到人身上也非同小可。像通古斯那么大的陨星，足足可抵得上一颗百万吨级的氢弹！如果它再晚5个多小时下落，则有百万人口的彼得堡（现列宁格勒）早成了一片焦土。有人估计过，一年中降落到地球上的流星物质可能有20万吨之多，落地的陨星也不下于500多颗，因而有人可能担心，总有一天会“祸从天降”。

其实这种担忧是多余的。因为地球的表面很大，人类活动的范围只占其很小的一部分。根据记载，在近两个世纪中，也确实发生过七、八次击穿屋顶、吓人一跳的意外事故。据说，1955 年 11 月美国有个妇女曾被一颗微陨星碰伤过，但古今中外，还未发生过陨星打死人的悲剧。因此，虽然不能绝对排除这种可能，但实际的几率是极其微小的。

171. 其他星球上有“人”吗

人类渴望找寻地球外的“知音”。虽然近代太阳系探测已否定了太阳系内另有智慧生物的可能，但是人们并没有放弃这种探寻工作。因为宇宙间的行星系统多得不可胜数，只要不断努力，人类总有一天可以在宇宙某个角落找到“海外知己”的。

1972 和 1973年，美国先后发射了“先驱 10 号”和“先驱11号”，这两艘飞出太阳系的飞船上都载着带给“宇宙人”的“见面礼”——一块刻有飞船出发点，人类知晓的数理天文知识的镀金铝片，在这块 15×23 (厘米)^{2}的金属片上还有不少其他重要的信息(图 42)。

1977 年“旅行者 1 号”、“旅行者 2 号”又相继出发，它们上面装有一台特殊的电唱机和一些“地球之音”的唱片，唱片上录有雷电风雨、鸟啼虫鸣、人笑

婴哭等35种自然声音；27种古典及现代乐曲；包括广东、厦门、客家话在内的50种主要语言。它们都由特殊的保护罩密封起来，据说可以保存十亿年之久。

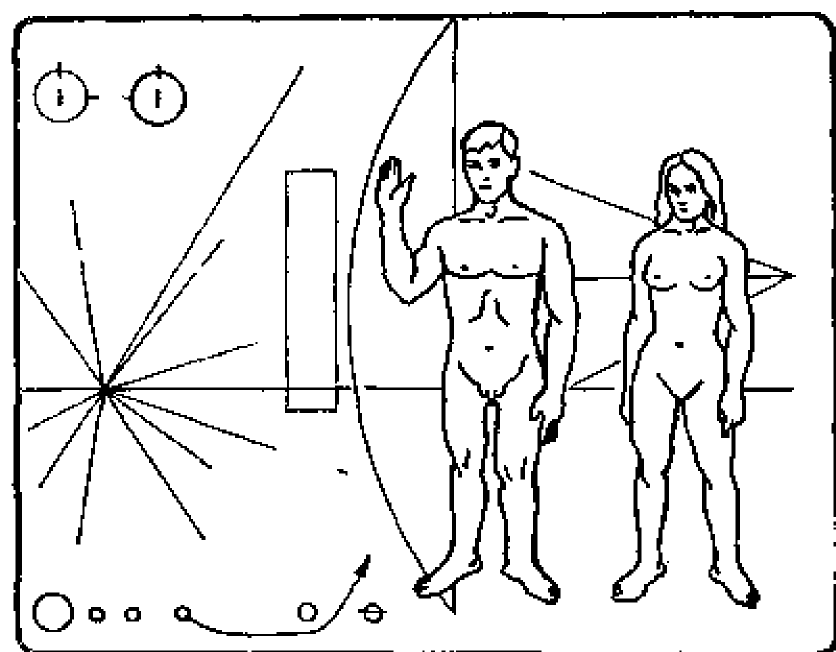


图42 "先驱者"飞船带给"宇宙人"的标记牌

从1974年开始，科学家们就用强大的射电望远镜，以计算机语言向宇宙中发出了许许多多"电报"，这些电报包含了1079个信息及有关数学、天文学、物理学、化学、生物学、人类学等丰富的资料……。

当然，探索地外文明的工作还刚开始，看来在短时期内不会有什么结果。但是，人类在探索大自然的道路上是从不回头的，生命的火花也决不会在宇宙中泯(mín)灭。

172. 天上有多少星

晴朗的夜晚，星斗满天，密密麻麻，数也数不清。过去民间常流传着这样的话：“天上一颗星，地下一个丁”，好像天上的星星数与地上的人口数一一对应似的。其实，天上的星要比地球上的人多得多。先说亮星吧，如果按照星座一个一个计数，则可发现比六等更亮的星共有6974个。但是，每一个人无论何时只能仰望“半天”，所以正常视力的人同时能看到的亮星只不过3000多颗。

然而，如果用望远镜来看，那情况就大不一样了，星星真是多得数不清了，下面我们列出不同星等恒星数目的表：

星等	亮于6等	7	8	9	10	11	12
星数	6,900	8,200	23,000	62,000	166,000	432,000	1,100,000

星等	13	14	15	16	17
星数	2,700,000	6,470,000	14,900,000	3,310,000	7,030,000

星等	18	19	20	21
星数	143,000,000	275,000,000	506,000,000	889,000,000

从这张表中可以看出，到21等星，星数就接近

于9亿多了，实际上一定还有无数更暗弱的星星。根据天文学家估计，单单银河系内就有近一千五百亿颗星。而广袤的宇宙中，象银河系这样的恒星系统也有十亿个以上，因此银河系只是沧海一粟。可想而知，整个宇宙中的星星真是不计其数了。

173．恒星是怎样形成的

天上怎么会有万千闪烁的恒星呢？这是天体演化中一个最基本的理论问题，也是一个十分困难的研究课题。天文学家们为此绞尽了脑汁，提出过很多设想和方案。不过，简单说来，有两大派根本对立的理论。

一种是苏联天文学家1955年提出的“超密说”。他们认为，恒星是由一种神秘的“星前物质”爆炸而形成的。这种星前物质体积极小，密度极大，但性质不明。因为这派超密说没有阐明具体的过程，也提不出任何物理机制，因此大多数天文学家都不承认这种学说。

另一种称为“弥漫说”。即认为恒星是由一种很稀疏的星际物质通过凝聚而成的。近二十年来，这种弥漫说已获得了巨大的突破，也能说明许多观测事实，而且也为近代不少新发现所证实。星际物质的密

度极小，每立方公里也只有十万分之一～亿分之一克。其中主要成分是氢和氦。

星际物质先凝聚成密度稍大的星际云，以后又碎裂成质量与太阳相仿的很多小云，然后再各自凝聚为“原恒星”。原恒星是一些靠引力收缩而发光的恒星，再经过多少万、多少亿年(取决于其质量大小)，它们内部开始了热核反应。这时，它才成为真正的“恒星”（天文上称作“主序星”）。

热核反应不断地消耗掉恒星内部的氢。所以，到一定时候，它又演变成一种“红巨星”；最后它可能又经过猛烈爆发，内部坍缩成一个致密星(白矮星、中子星或黑洞)，从而慢慢结束它作为恒星的一生。

174. 怎样测量恒星的距离

星星离我们远近不一，相差甚大。但在人类眼中，它们都异常遥远，离我们最近的一颗恒星——比邻星，距离我们41万亿公里，是太阳与地球距离的27万倍；最亮的天狼星则要比太阳远56万倍；大家熟知的北极星比太阳远4900万倍；天空中，还有很多更远更远的恒星。

星星的距离是怎么测得的呢？天文上常用一种“视差法”。它的基本原理是：我们可以在某一天的某一时

刻，在B点处观测A星，记下A的方位A_1。六个月后，地球从B点转到了B′，再在同一时刻观测A星，又可得到A的另一个方位A_2。由此可求得A星的方向差∠B′AB。这种方向差的一半P，称为视差（图43）。而BB′的距离是地球和太阳平均距离的两倍——3万万公里。知道了视差P以及BB′之间的距离，就可用三角知识求出恒星的距离。

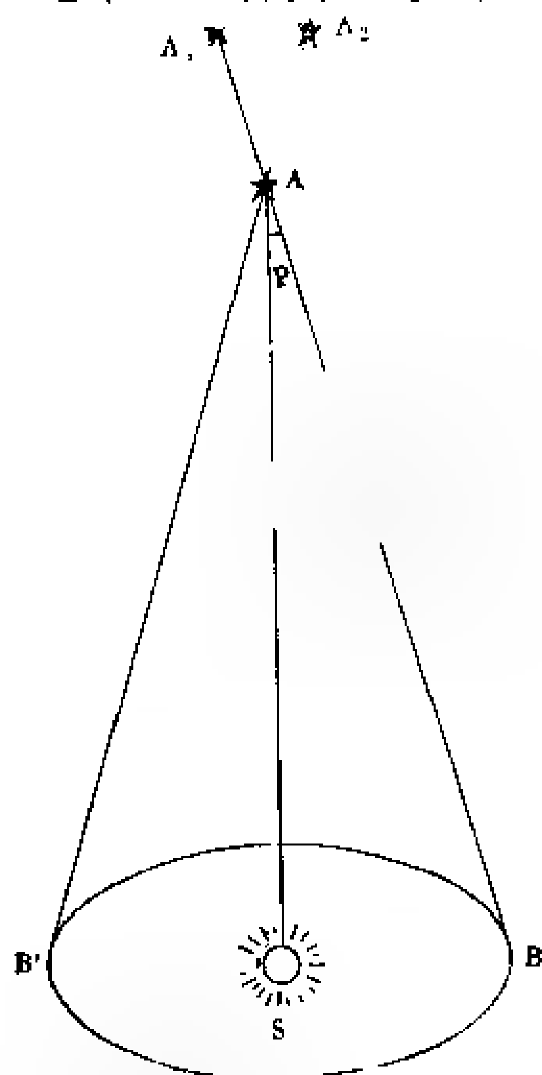


图43 用视差法测定恒星的距离

视差法虽然简便可行，但只能用于太阳系内的天体及比较近的恒星，对于更远的恒星，则要“另请高明”了。

175. 牛郎、织女能不能相会

中国古代有许多美丽动人的神话。“牛郎织女”就是其中之一。古代人们在这神话中寄寓了自己对善良、正直、勤劳的人的热爱，对美满幸福生活的向往。因此

希望牛郎、织女能在每年农历七月初七于“鹊桥”相会。

那么牛郎、织女能不能会面呢？这是不可能的事。因为牛郎星离我们有16光年，织女星离我们有27光年，而它们中间横贯着一条银光闪闪的“天河”，它们之间的实际距离也有16光年。可以试想，要是牛郎用手电筒打个信号给织女，她也要在16年后才能收到，更不用说两个“人”在同一天“鹊桥相会”了。造成牛郎、织女的悲剧的祸魁就是这条横亘于天穹的浩浩荡荡的银色带子——银河。

银河是什么东西呢？我们肉眼看去，它好像是模模糊糊的一条亮带。在望远镜里，就可看到它是由无数颗星星组成的。我们称这庞大的恒星家族为银河系，太阳、牛郎星、织女星都是其中的成员。据统计，银河系包含的恒星多达1500亿颗，其直径有10万光年。

176. 恒星是“永恒不动”的吗

古人认为行星在天空漫游，恒星却固定不动，果真如此吗？不！不论是行星还是恒星，都在天空中高速运动着。恒星看起来不动，是由于它们离我们太远，使我们无从觉察。如果将同一天空区域的相隔近百年的两张星图仔细对比一下，就可以发现有些星星的位置已有了细微的变化，恒星的这种方位移动叫做

恒星的自行。观测证明，一般恒星离我们越近，它的自行越大。自行最大的巴纳德星，每年移动10.31角秒。

除了自行外，恒星还有一种趋向地球或远离地球的运动，称为视向运动。例如天狼星以每秒8公里的速度趋近地球，而有一颗名为毕宿五的亮星却以55公里/秒的速度远离地球。

此外，恒星也像行星一样，一面自转，一面绕银河系中心公转，如太阳和它附近的恒星以250公里/秒的速度，在绕着银河系中心旋转。

由此可见，宇宙中运动是绝对的，静止是相对的。

177. 有没有"天宫"

很多人都看过动画片《大闹天宫》，孙悟空在天宫里大显神通，吓得玉帝老头也不得不叩头求饶。天上究竟有没有"天宫"呢？

神话并不是现实。天上没有那种金碧辉煌的天宫。但是，早在周朝以前，我们的祖先就将整个天空划为三垣四象二十八宿，区分了黄道十二宫，这大概就是神话中天宫天府的渊源吧。

根据汉代的《史记·天官书》，三垣就是紫微垣、太微垣、天市垣（垣就是围墙的意思）。四象即星

地球和月亮轨道旁边的区域：苍龙、白虎、朱雀、玄武，每象又各分成七宿，共二十八宿（宿有宿舍的意思），用这些可说明恒星的位置，也可确定月亮绕地球自西向东移动的位置，它在一个“宿”里差不多“居住”一天。

在外国，古代人则根据丰富的想像力，把天宫划成一个个“星座”，每个星座根据亮星组成的图案，用神话故事来命名。目前，国际上公认全天共分为88个星座（图44），其中28个在北半天空，48个在南



(a) 狮子座



(b) 大熊座

图44 几个最著名的星座

半天空，12个在天球赤道南北。地球的轨道（黄道）附近有12个星座，因此古人就把它们称为黄道十二宫。看起来，太阳在每一个宫里住一个月，这大概就是古人想像天宫的“依据”了。

178. 怎么给星星起名字

"天上星，数不清，颗颗星星亮晶晶，好像我们的小眼睛。"这首儿歌多么形象化呀！的确，天上那么多的星，我们怎么称呼它们呢？这就需要给星星来起个名字。对天空中的一些亮星，我们的祖先早已给它们起了专门的名字。例如，织女星、牛郎星，还有全天最亮的恒星——天狼星等等。

但是星星太多了，每一颗星都要用专有名字是不可能的。故十七世纪初，一些天文学家提出用星座加希腊字母来命名，就是按星座中各个星的亮暗程度顺次称 α、β、γ……。比如，天狼星就叫大犬座 α，织女星叫做天琴座 α。当然也有例外，如北斗星并不按明暗次序，而是从斗身到斗柄依次命名的。这种办法虽好，可是希腊字母只有 24 个，对于星数多的星座又出现了麻烦，所以后来又作了改进。

现在的方法是既简便又明了，直接用星表号码。因为现在已有好几种比较完善的星表，我们可以把星表中编排的星星号码直接作为星的名字，这样就没有"后顾之忧"了。只是有一点要注意，因为星表不只一种，因此在称呼那些星的姓名号码时，前面必须加上所用的星表的简称。比如你用的是 FK_4 星表，要

喊编号为256的一颗星，应称为FK$_4$256。

179. 为什么要用“绝对星等”来衡量恒星的亮暗

我们的祖先早就发现星星有亮有暗，他们按照星星的亮度，把它们分为六个等级，这就是天文上所说的“星等”。最亮的称为一等星；最暗的勉强可见的叫六等星。后来，天文学家规定一等星比六等星正好亮100倍，也即星等数增加一等，亮度便减弱2.5倍。显然，这样便可把星等数推广到负数和小数。如金星最亮时是－4.4等，太阳为－26.8等。望远镜发明后，人们可以看到大量比6等更暗的天体了。用现代最大的望远镜观测，可以看到第20等的暗星。如果在望远镜上装上底片盒，对星星长时间曝光、拍照，那么可以拍到23等星的像。

不过这是根据我们接收到的恒星光的多少来划分的，因此是“视星等”，并不就是恒星的真实亮度，因为恒星的亮度与它离我们的远近有关。完全可能，一些看起来很暗的星比看起来亮的星更亮一些。为了要比较恒星真实的亮暗，天文学家们常把恒星都假设放到同一距离上来比较，这个标准距离是32.6光年，这时所看到的恒星的亮度和划分的星等称为绝对亮度

和绝对星等。绝对星等越小的星，其真实亮度也越大。如太阳的绝对星等是4.8等，天狼星的绝对星等是1.2等。所以，天狼星比太阳更亮，而比邻星的绝对亮度却只有太阳绝对亮度的1/2500，它一定比太阳暗得多。根据这个道理，假如我们能用别的办法求出恒星的绝对星等，而视星等是不难测定的，这样就可以反过来推算出这颗星离我们的距离。天文上也经常用这种方法来测定较远的恒星的距离。

180. 真有"无字天书"吗

看到这个问题，读者一定会觉得荒唐，世界上哪有什么"无字天书"？可是，天文学上确实有一本"无字天书"——"光谱"。正是通过它，我们才识破了无数宇宙奥秘，因此光谱是天文学家手中最好的"参考书"。

光谱是什么呢？雨后初晴时，天边悬挂着的七色彩虹，是由于太阳光透过空气中微小的水汽被折射而成的。如果我们使太阳光通过一块三棱镜，同样能把太阳光分解出一条红、橙、黄、绿、青、蓝、紫的彩带，这就是太阳的光谱。它的颜色是逐渐变化的，没有明确的界限，所以又叫连续光谱。

除了连续光谱外，各种元素都有自己独特的光

谱线，而且每条谱线都有其特定的位置。天文学家一旦得到了某个天体的光谱，就像取得了打开它的大门的"金钥匙"。可见，这是多么重要的"无字天书"啊！

181. "无字天书"讲些什么

"无字天书"就是光谱。光谱分析告诉我们，恒星中绝大多数是氢，其次是氦，直到现在为止，我们还没有发现过一种地球上没有的元素。

光谱的研究，不仅告诉我们天体的化学成分，还可以知道恒星的大气层有多厚，大气压力有多大，温度多高，恒星有无自转，在空间怎样运动……。恒星的光谱一般可分成七大类型，它们用英文字母来表示，依次是O型、B型、A型、F型、G型、K型和M型。这种光谱的分类表示着恒星本身的各种物理性质。不同类型光谱的恒星具有的表面温度也不同，它们的颜色也就不一样。这些性质从下面的表中可以看出来：

光谱类型	表面温度	颜色
O型	30000℃～50000℃	蓝白色
B型	20000℃	蓝白色
A型	10000℃	白色
F型	8000℃	黄色

光谱类型	表面温度	颜　　色
G 型	6000℃	黄色
K 型	4000度	橙色
M 型	2000度～3000度	红色

太阳就是G型星，它的表面温度是6,000℃，当然恒星内部的温度要比表面高得多，如太阳的核心部分达摄氏一、二千万度。

恒星光谱还可以告诉我们它沿视线方向的运动速度。当恒星远离我们时，光谱线就会向红端移动。这种运动只有光谱才能显示出来，其他任何方法都无济于事。

"无字天书"上还有许多密码，至今我们还没有全部"翻译"出来。只有熟悉"天书"，才能深刻揭示恒星的奥秘。

182. 谁是"星空巨人"，谁是"星空侏儒"

用肉眼看来，天空的星星好像都是一般大小的亮点，实际上有的星星非常庞大，有的小得可怜。我们知道，太阳的直径是地球的109倍，它可以容纳130万个地球。可是，在恒星世界，它只不过是一个极其平凡的"人物"。有许许多多的恒星都比太阳大。有一类"巨人"——红超巨星，它们的直径要比太阳大几十

倍，几百倍呢！比如有一颗叫做“大火”(中国叫心宿二)的红超巨星。它的直径是太阳的600倍，如果把它搬到太阳的位置，那么火星还在它的“肚子”内(图45)。

可是，星空中也有许多“侏儒”，它们的体积与太阳差不多，有的甚至比太阳小得多，因此把它们叫做“矮星”。有一种红矮星，它们的直径只有太阳的$\frac{1}{2}\sim\frac{1}{30}$。白矮星更小，其直径只有太阳的$\frac{1}{10}\sim\frac{1}{200}$，真是恒星世界名副其实的“矮子”了。但在六十年代，人们又发现了一种体积更小的恒星叫做中子星。它的半径只有十公里左右，比小行星还小，简直是恒

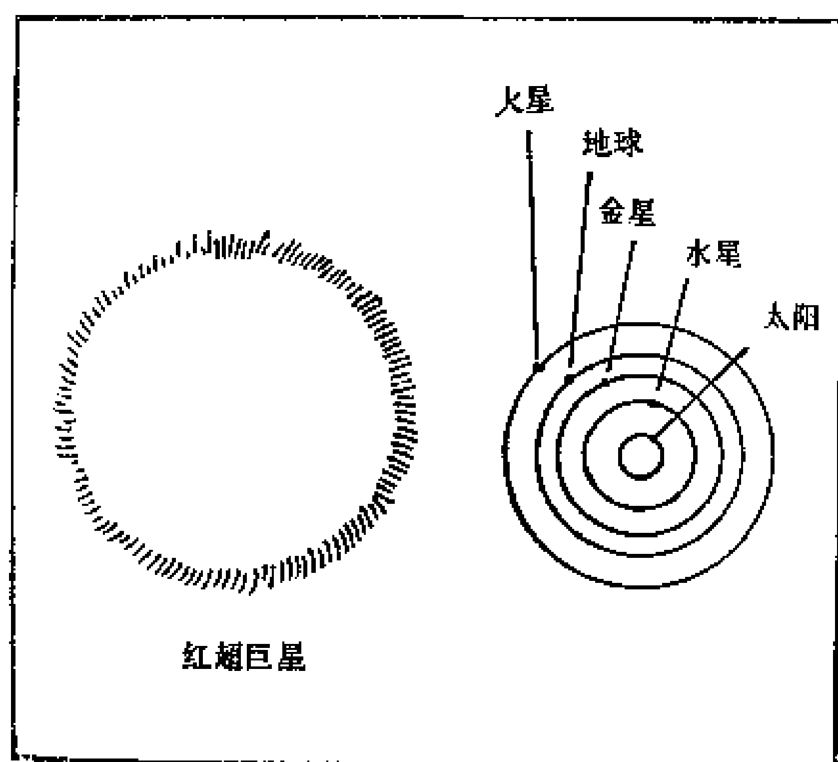


图45 红超巨星、太阳和四个类地行星轨道大小的比较

星世界中一些奇异的“侏儒”了。

由此可见，星空中的“巨人”和“侏儒”的悬殊之大已远远超过了地球上的巨鲸与细菌之差。

183. 恒星有多重

恒星间的体积和光度都可以相差很大。但从大量恒星的质量统计中，我们发现差别不多。大多数恒星的质量在太阳质量的0.5倍到5倍之间，少数恒星的质量会差几十倍。

由恒星的体积、质量可以得到它们的平均密度。巨星、超巨星的体积比太阳大几百万，几千万甚至几万万倍，质量却相差不多。由此可以想象，这些“巨人”们的腹中是如何的空虚了。它们的平均密度是水的百万、千万甚至万万分之一，真是“囊(nang) 空如洗”了!

与此相反，对那些天空中的“侏儒”们来说，却又结实紧密到了难以想像的程度。白矮星的体积与地球不相上下，而质量却与太阳差不多，因而它的密度要比水大几万倍以上。最早发现的一颗白矮星——天狼星伴星的密度是175,000克/厘米^3，还有一些白矮星，其上面一个栗子那样大小的物质，要比100吨的机车还要重。而在某些白矮星中，一立方厘米的物质竟有

200吨重，真是结实得惊人啊！可是中子星的密度还要大得难以想像，达到1亿吨/厘米³。这样，中子星上的一立方厘米物质要用一万艘万吨巨轮才拖得动，真叫人惊叹不已。

184. 星光会变化吗

大多数恒星的光度在几百年乃至几千年内并不变化。但也有相当多的恒星的光度一直在不断地变化，这种光度变化着的星称为变星。到1972年为止，人们已经找到的变星有25,920颗。

变星，按其光度变化的原因可以分成物理变星和几何变星两大类。前者是由于恒星内部的物理原因引起的。物理变星又可分为脉动变星和爆发变星两种。脉动变星好像心脏脉动那样，它的光有周期性或者近乎周期性的规律，如造父变星和长周期变星都属于脉动变星。爆发变星却不同，它的光变是由于星体内部的核反应爆炸引起的。所以亮度变化很突然，而且很强烈，新星和超新星就属于这一类。

几何变星光变的原因，是因为两颗星发生类似于日、月食的遮掩而引起的，并不是星体真实亮度的变化。

研究变星对了解恒星世界有重要的意义。特别是

对于造父变星的研究更值得注意。造父变星有一个非常有意义的性质，即它们的光度越大，光变周期就越长。这就给出了造父变星的光变周期与它的绝对星等之间的关系，称为“周光关系”。这样，我们从光变周期就可算出它的绝对星等，再由观测求得视星等。借助于这个周光关系就可求出这个造父变星的距离，进而也就知道了与它一起的其他恒星的距离。造父变星都是巨星和超巨星，光度比太阳大几百倍甚至几万倍。因此，它们好像是太空中的路标，只要找到造父变星，就可知道离我们的路程有多远，天文学家都称它为“量天尺”。

185. 星星中有“双胞胎”吗

人有双胞胎。天空中的星星也有不少双双影形不离的，这就是双星。视力较好的人能清楚地看到大熊座中的开阳星和开阳辅星，它们是一对双星。它们间的角距有12′，是双星中角距离最大的。肉眼能看到的双星很少，大多数非得仰仗望远镜不可。双星分为物理双星及光学双星两类。由于彼此引力作用互相环绕运动的，称为物理双星。物理双星中又可分成很多种。有一类双星，看起来它们相距很近，实际上相隔很远，而又各不相关，称为光学双星，或目视双星（图46）。

现在知道，双星是恒星世界中的普遍现象。例如，太阳周围17光年范围内的60颗恒星中，就存在11对双星。在许多星协、星团和河外星系中也常可看到双星。

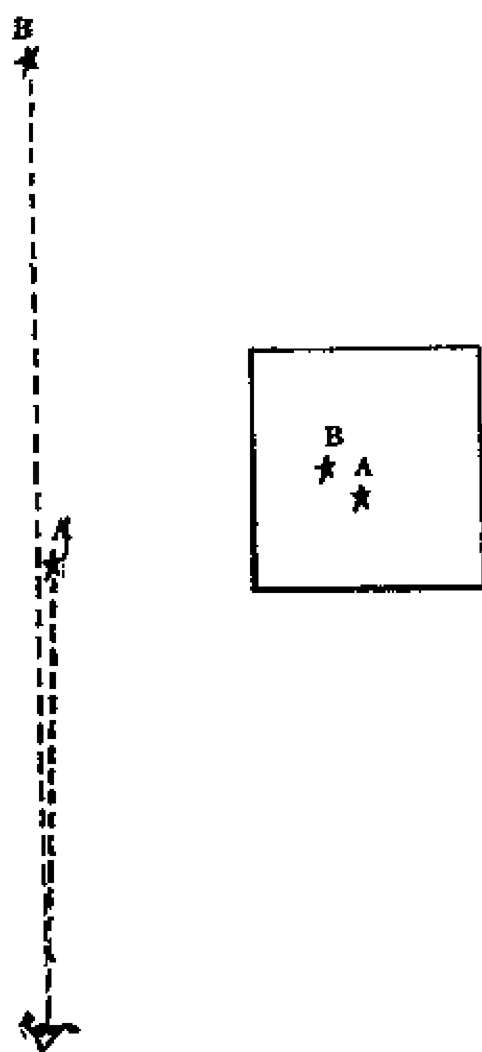


图46　目视双星中的两颗星有时可以相差很远

双星在天文中的地位十分重要，因为它为测定恒星质量提供了准确的方法。而质量是研究恒星演化的一个最重要、最基本的参量。事实上，除太阳外，许多单星的质量是不容易求出的，不少单星的质量估值，要用双星质量去对比检验。双星还提供人们认识恒星之间各种相互作用的条件，如引力相互作用、辐射相互作用、物质相互作用等。此外，双星对于研究某些恒星内部的密度分布、大气结构、爆发等问题也提供了非常有利的条件。双星又为研究许多恒星的演化，寻找黑洞提供了宝贵的“样品”。因此，目前双星天文学已成为一个很活跃的分支。

186. “一胎”能产几颗星

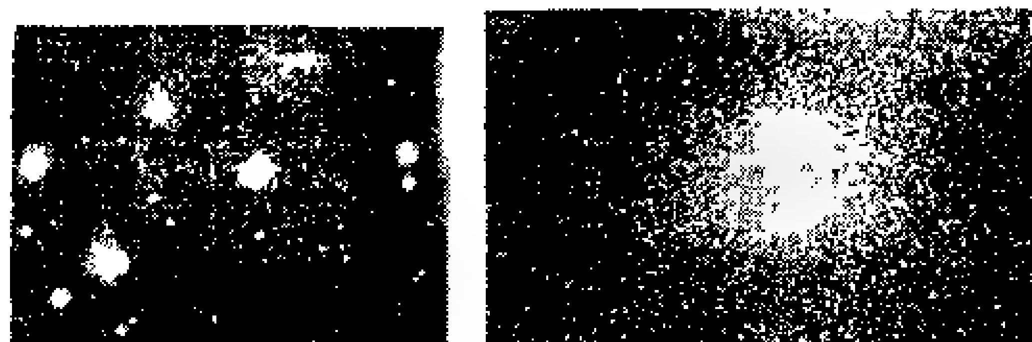
星星中不仅有双胞胎，还有三胞胎、四胞胎……，这就是天文上的三合星、四合星……。一般将3～7颗互相之间有物理联系的恒星系统叫做聚星。可以说它们是一胎多仔啊！但是，在恒星世界中，还有更多的星聚集在一起的情况。一般把由10个以上的恒星组成的，被各成员星之间的引力束缚在一起的恒星群称为星团。许多较亮的星团，用肉眼或小望远镜看起来是一个模糊的亮斑点。

星团可以分为球状星团和银河星团两种。球状星团是由成千上万、甚至于几十万颗恒星密集而成的恒星集团〔图47(b)〕。同一球状星团中的恒星可以视为是同期形成的。由此不难想象，一胎可以产数以万计颗星！据估计，在银河系中约有500个球状星团，已被确实证认的有132个。

187. “七姐妹”只有七颗星吗

天文爱好者都知道天上的“七姐妹”，因为它位于古人所分的二十八宿中的昴宿区，所以又称昴星团。民间常用能否看清七颗星来检验人的视力，但是在望远镜里一看，它竟包括有300多颗星。

其实，星团是很多的(图47(a)、(b))。天文学



(a) 昴星团　　(b) 武仙座球状星团

图47

上把星团分成两大类：具有不规则的外形，结构松散的称为疏散星团；它们一般由几十到几百颗星组成。目前已知有一万五千个这类星团。“七姐妹”即“昴星团”，就是其中最有名的一个；另一类结构较紧密，外形呈球状的星团叫球状星团，每一个都由几万到几十万颗星组成。现在已知的球状星团有132个。

还有一种恒星集团叫做星协。它们是由物理性质相近，光谱型或恒星表面温度差不多的恒星组成的，结构相当松散。也许正因为它们像一些科学家组成的科协一样，是同类相聚因而取名“星协”吧！

188. 恒星有没有老、中、青之分

谁都知道，人的一生可以分为童年、少年、青年、中年和老年等几个阶段。那末恒星会不会也有“老年”、“中年”、“青年”之分呢？怎么来区分

恒星的年轻与年老呢？这可不是一件轻而易举的事。1905～1907年，荷兰天文学家赫茨普伦指出，一般发蓝颜色的星是亮星，而红颜色的星有亮、暗两种，亮星称为巨星，暗星称为矮星。1911年，他测定了几个银河星团中恒星的光度和颜色，并以光度作为纵坐标，颜色作为横坐标，把所测的各星点标在图上。结果发现，这些星点大都落在一条连续带上，其余的一些巨星则形成几个小群。至1913年，美国天文学家罗素又讨论了这些恒星的光度和光谱的关系，并画出了它们之间的关系图。对比两人的结果后发现，恒星的颜色等价于它们的光谱型(或者表面温度)，两张图的结论是同一回事。此后，把这种表明恒星光谱型和光度之间的关系的图命为赫罗图(图48)。位于这条连续的主星序上的星称为主序星。右上方的一簇是红巨星的区域，左下方是白矮星的阵地，种类繁多的变星则分布于主星序和红巨星之间。这种分布为探索恒星演化提供了线索。它在研究恒星演化中有举足轻重的地位。由于恒星内部发生的各种热核反应不断改变着恒星的内部状态，因而必然导致恒星的光度和表面温度变化，也即在赫罗图上的位置发生变化。随着时间的推移，我们可以一步一步地推算出恒星在各个时期的内部状态，从而可以看到恒星在赫罗图上的

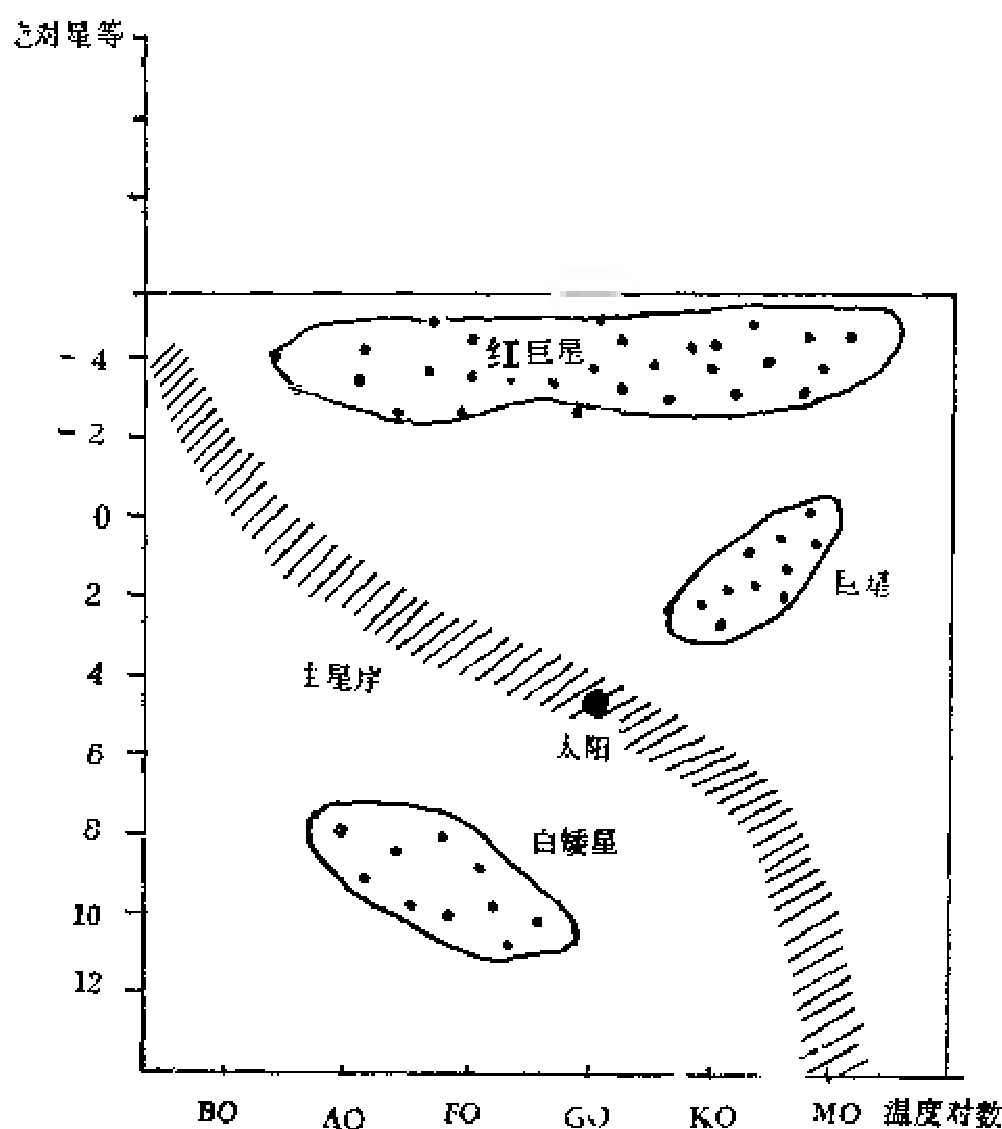


图 48　恒星的赫罗图

移动情况。因此，赫罗图也成为观测资料与各种恒星演化理论之间是否符合的一个检验标准。从现代演化理论的结论看来，恒星的一生中，在主星序上停留的时间最长，这是演化最慢的阶段，大致占恒星寿命的90%。然后向红巨星演化，最后演化为它的晚年阶段，变成白矮星等致密星。现在认为，白矮星、中子星或黑洞是恒星的临终归宿。

189. 天上的"昙花"何时开

我们常用"昙花一现"这句成语来形容瞬现即逝的事物。但是，天上也有好几种"昙花"呢！天文学家称它们为耀星、新星、超新星……。

耀星真是瞬息万变，它们在几秒或几十秒内亮度突然增加，有的可以增大100倍以上，十几分钟后就恢复到原来的样子。目前已发现的耀星有几十颗。

新星并不是新诞生的星，而是一颗原来很暗的、几乎看不见的星，但在几小时或几天之内，它的光度突然增大几百到几十万倍，几个星期或几个月后，它又从人们的视野中悄悄隐去。几个月的时间在天文上常是微不足道的一刹那。到目前为止，银河系内已发现近200颗新星。这是数量最多的一种"昙花"，它开放时的奇异景象早为我国古人所观赏，他们把它称为"客星"。

还有一种"昙花"叫做超新星。它突然爆发时的亮度比新星更大，可以在几天内变到比平常亮几千万倍到几万万倍。有时亮得在白天都可看到它，非常瞩目。但银河系内仅有很少的几颗，最著名的是1006年超新星，1054年超新星，1572年超新星和1604年超新星，平均三百年左右一个。不过，因为它们很亮，故还可看到其他星系中的超新星爆发。到1975年

为止，连同河外星系中发现的超新星共有458颗。

超新星的爆发是一场毁灭性的灾难，因为从此恒星也就解体了，剩下的物质则坍缩为很小的白矮星或者中子星或者黑洞。

我国有着世界上最早的新星、超新星记录，这为研究天上的“昙花”，提供了极其宝贵的资料。

190. 星云是恒星上空的云朵吗

我们常常会看到蓝蓝的天空中飘着白云或阴沉的天空中笼罩着乌云，这些都是地球大气层中的水汽或雾汽凝结而成的。它们是地球大气中的一部分。那么，星云是不是就是恒星大气中的云呢？否，星云是指银河系内、太阳系以外的一切非恒星状的气体尘埃云。按其外形可以分成三种类型：(1) 明亮的弥漫星云——呈不规则的形状；(2)黑暗的弥漫星云——在银河或其他明亮的星云背景上可以看出，它们好像是明亮的背景上的黑斑；(3)行星状星云——外形有些像行星圆面那样的星云。

研究结果表明，虽然星云的密度都很小，一般每立方厘米只有几十到几千个原子(或离子)，但由于它们的体积常比太阳系范围大许多倍，故总质量仍很大。明亮的弥漫星云之所以能发光，仅在于这些星云中或

附近有明亮的高温恒星。如果在弥漫星云中间或附近没有亮的高温星，那么这个星云就不会自己发光而成为暗星云。而行星状星云的中央都具有高温核心恒星。

肉眼能看到的一个明亮的弥漫星云，位于著名的猎户星座中，构成猎人“宝剑”的三颗亮星的中间一颗，不单单是一颗星，还有一个模模糊糊的亮斑，这就是天文学上有名的猎户座大星云。

研究星云对探索恒星的形成，星前物质和星际物质的成分等有着极其重要的意义。

191. 蟹状星云为什么如此令人关切

在金牛座内，有一团形状不规则的气体云，它的视亮度相当于一个9等星，肉眼看不见。它最早在1731年由英国的天文爱好者所发现。1884年，英国的罗斯爵士用自己制造的大型反射望远镜观测，认为这团星云有些像一只螃蟹，遂称之为蟹状星云。而这个奇特的名字一直沿用至今。

蟹状星云自发现以来，一直引起天文学家的注视和关切，这主要是因为它一直在膨胀。1921年，美国邓肯把两批相隔12年的照片对比，确认该星云仍在膨胀。1928年，哈勃测出其膨胀速度为每秒1100公里，并推论它是900年以前的新星爆发事件的产

物。后来很多天文学家，包括我国的天文学家在内，都证认了蟹状星云就是1054年7月出现的超新星爆发过程中抛射出来的气体云。我国古代对此有详细的记载。今日的蟹状星云就是昔日的1054超新星的遗迹。因此，研究蟹状星云对深入了解超新星爆发的原因、过程等有很重要的意义，难怪它如此令人关切！

192. 什么是脉冲星

1967年，英国剑桥大学穆拉得射电天文台的青年女研究生贝尔发现了一种奇特的天体。她在狐狸座方向上接收到一种奇怪的脉冲信号。它每隔1.337秒发出一个脉冲，准确得就像一台标准的石英钟。不久，她在另外几个天区也发现了好几个这种快速脉冲的射电辐射源。天文学家们就把这种发射短周期脉冲辐射信号的新型恒星叫做“脉冲星”。到目前为止，脉冲星的数目已超过了300个。

观测表明，脉冲星都在银河系内，大多分布在银道面附近。现在知道，脉冲星是具有很强磁场的快速自转着的中子星。它的表面磁场强度可达10^{12}～10^{13}高斯(磁场强度单位)，而每一个脉冲星的脉冲周期就等于它的自转周期。

1969年，人们在蟹状星云中间找到了一颗脉冲

星，它的脉冲周期极短，只有0.033秒，是目前已知的脉冲星中周期最短的。通过火箭和卫星观测，发现它至今还在发出周期相同的各种频率的X射线和γ射线。现在已经证明，蟹状星云就是1054超新星爆发以后抛出的气体云，而它的中心星是爆发后留下的残核——一种新型的、物质密度极大的中子星。因此，脉冲星就是中子星。这有力地证实了宇宙中存在着由超密物质组成的新型恒星。所以，脉冲星的发现是天体物理学和物理学的重大成就，也是二十世纪六十年代天文学四大发现之一。它的发现者们也因此荣获了1974年的诺贝尔物理奖金。

193. 什么是"黑洞"

这里所指的黑洞，并不是日常生活中大家所说的一个黑咕隆咚的洞穴，而是天文学上的一个专用名词。"黑洞"是天文学家、物理学家们在讨论恒星的演化和衰亡问题时提出来的一种奇怪的天体的名称。

"黑洞"这种天体非常特别。一个质量像太阳那样大的恒星，如果收缩成"黑洞"，半径还不到3公里，这样它的密度就极大，可达到每立方厘米几百亿吨。因此，它的引力会大到使"黑洞"内的所有物质，包括光和其他微粒辐射在内，都不可能跑出洞

外。这样，在“黑洞”外面也就不可能观测到它本身所发出的任何光和其他辐射。所以称它为“黑洞”是名副其实的。

“黑洞”，尽管不可能观测到，但它对周围物质和天体却具有巨大的引力作用。它的存在，使周围带电物质以巨大的速度沿螺旋形曲线绕“黑洞”旋转，并逐渐向“黑洞”坠落，这时就发射出强大的X射线，形成空中的X射线源。在天文学上，通过对X射线源的观测，就可推测出“黑洞”所在的位置和方向。

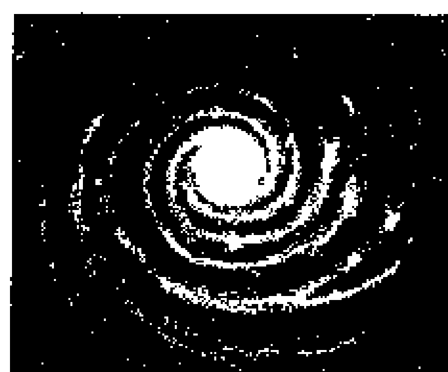
“黑洞”究竟有没有？这种天体的性质如何？至今仍是争论不休的问题，还有待于进一步深入地探讨，才能揭开“黑洞”的本质。

194. 银河系是个啥样子

从外面看来，银河系像个铁饼，四周薄，中间厚，直径有10万光年，中间的对称平面称为银道面。“铁饼”中间凸起的地方是银河系的核心部分，厚一万光年；而四周薄的地方只有几千光年(图49(a))。银河系共有1,500亿颗星，这些星越靠近银道面越密集，而在银河系的核心部分更是密得数也数不清。银河系的核心部分有一个密度很大的“核中之核”，大小约30



(a) 银河系正视图



(b) 银河系的旋臂结构

图 19

光年，在人马座方向。但因为它前面有一块巨大的暗云，所以用望远镜也无法看到。

为什么我们看到的银河像一条光带而不是一个“铁饼”呢？这是因为太阳也是银河系中的一个成员。我们生活在银河系中，当然不可能看到银河系的外形。就像人坐在房子里而看不见整个房子的外形一样。太阳并不在银河系的中心，它离银河系的核心约33,000 光年，但是，太阳离银道面只有几十光年。因此，我们沿银道面看去，就只看见无数繁星密集的光带，而在其他方向，看到的星就少得多。夏天，地球转到太阳和银河系核心之间，因此夏天的晚上，我们看到的是银核部分。到了冬天，地球转到与银河系核心相对的银河系边缘部分，因此冬天晚上，看到的恒星就比夏天晚上看到的少得多。

如果从“上面”俯视下来，就可以看到从银河系

的核心向外伸出几条长长的旋涡形的“手臂”〔图 49(b)〕，天文学家把它称为“旋臂”，这种旋臂一共有二条，太阳就位于其中一条的附近。银河系内的恒星和其他星际物质都沿着旋臂分布，因此银河系的外形更确切地说，是一个旋涡结构，银河系又叫做旋涡星系。

195. 银河系是否在运动

银河系同世界上的一切物质一样，也处在不停的运动状态之中。银河系在自转，它的自转方式很特别。在离银心较近处，角速度随距离增大而增加，在太阳附近达到最大值；而在更远的地方，速度反而越远越小。总之，银河系各处绕银心旋转的速度是不规则的。

银河系除了自转外，还作为一个整体朝着麒麟座方向以 214 公里/秒的速度在运动。因而银河系在宇宙空间一面旋转，一面飞速向前。

在这些眼花缭乱的飞速旋转之中，我们却在地球上稳如泰山，这又一次说明了“运动是绝对的，静止是相对的”这一科学真理。

196. 天上只有一条“河”吗

天上岂止一条“河”！穿过宏伟辽阔的银河星

域，放眼宇宙就会看到银河系仅仅是浩瀚的宇宙海洋中的一个小小岛屿，真是“河外有河，天外有天”哪！宇宙中的“银河”数不清。因为它们的大小和各种物理性质都与银河系相仿，天文上称之为河外星系。用大望远镜就可以发现河外星系有各种不同的形状，有的呈椭圆形，有的像旋涡，有的如棍棒……（图 50)。

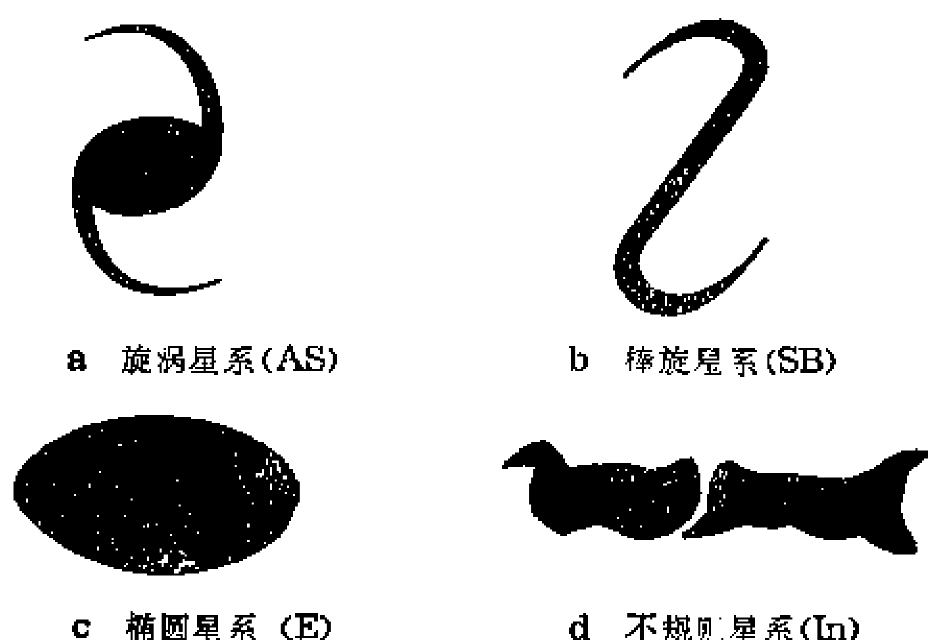


图 50 河外星系的分类

河外星系大致可这样分类：第一类是旋涡星系，(a)它们的形状与银河系类似，有一个核心部分，有两条或更多条旋臂从核心伸展出去；第二类是棒旋星系(b)它的形状像棍棒，从棒的两端伸出旋臂；第三类是椭圆星系(c)，形状近于椭圆或圆，有的很扁，像织布的梭子；第四类是不规则星系 (d)，它没有一定的形状。我们所看到的河外星系中，前三类占绝大多数，第四

类很少见。

迄今为止，人们观测到的河外星系在10亿个以上，而每个星系都有约1000亿颗星。可见，天上的星星该有多少！

197. 类星体是类似恒星的天体吗

有人望文生义，把类星体当作与恒星差不多的天体，那就错了。那末类星体究竟是什么东西呢？我们还得从头说起。

还在五十年代，就有人发现天上有大量的发出强烈射电辐射的天体——射电源。有些射电源很容易“认”出来是河外星系、蟹状星云等等。但是，当时也有许多射电源找不到对应的光学体。六十年代初期，天文学家又发现了一种非常特殊的射电源。它们的光学对应体看上去非常小，在照相底片上简直就像恒星一样，只是一个光点。但它们的光谱又与通常的恒星甚至星系有很大的差异：主要是又宽又强的发射线，而且有很大的红移。人们把这种天体称为类星射电源。后来，天文学家用光学方法也发现了一些在照相底片具有类似于恒星的点状像，它们的光谱中，发射线也有巨大红移，但不发出射电辐射。这种天体常称为蓝星体。蓝星体与类星射电源统称为“类星

体”。经过20来年的不断探索，迄今已发现的类星体总数超过了1,500个。

现在已经肯定，类星体是银河系以外的天体。因为它是迄今发现的红移最大的河外天体，故也是离我们最远的天体。最遥远的类星体离我们约100多亿光年。由此求出它离开我们的速度可达光速90%以上！另外，类星体也是辐射功率最大的河外天体。最亮的类星体比银河系的总光度要大10万倍以上，因而有人称之为“白洞”。总之，类星体的许多性质还没有搞清楚，它是近代天体物理领域最难解的谜之一。

198. 茫茫宇宙何处是“天涯”

人们常以天涯海角来形容距离的遥远。两千多年前的古希腊人曾画过一张“世界地图”：在大陆尽头的涛涛海边画了一个人，望着一块界碑在发怔。碑上刻着：“到此为止，勿再前进。”这就是“‘洋’天涯海角”。在我国，过去有人把海南岛当作了天涯，还在最南端的古崖州（现在的崖县）的一块临海巨岩上，刻下了斗大的“天涯”两字，旁边不远的一块高大岩石上也刻有“南天一柱”四个大字，在海滩稍内一些的地方，还矗立着刻有“海角”的大岩石。看来，古人们就以此为天涯了。

其实，正如郭沫若先生所题："海角并非尖，天涯更有天。"地球不过方圆8万里，而最近的天体——月亮就离我们约38万公里。太阳距我们约149,600,000公里。一旦跨出太阳系，那更是深邃莫测了，连最近的恒星离我们也有40,000,000,000,000公里。"一河"之隔的牛郎、织女实际相距16光年——150,000,000,000,000公里。银河系直径有10万光年，即使这么大一个世界，在浩瀚的宇宙空间也只是像茫茫大洋上的一个无名小岛而已。真是天外有天，河外有河。即使目前能看到的120亿光年的河外星系也远远不是什么宇宙的尽头。就是囊括所有星系的整体——总星系也只是在无限的宇宙之中占了一个毫不足道的角落！

茫茫宇宙无边无际。就人类在宇宙中所占的位置来说，真是微乎其微了，而这正显示了人类的智慧是无穷的。几千年的历史证明：人类在逐渐认识世界，征服宇宙的过程中，一定能通过自己前仆后继的艰苦奋斗成为宇宙的主人！

199. 总星系等于全宇宙吗

我们已经知道，银河系以外还有数以亿计的河外星系以及十几个、几十个乃至成百上千个星系和星系

团。通常，我们把观测所及的宇宙部分称为总星系。现在，由于射电望远镜的出现，人们的视野已经扩展到 100 多亿光年的宇宙深处。总星系是不是囊括了全宇宙呢？答案是否定的。因为人们对宇宙的认识是一个从有限逐渐扩大到无限的过程。先从地球到太阳系，又从太阳系到银河系、星系团以及总星系。因此，不管目前我们所认识到的总星系的范围有多大，它总还是我们观测所及的宇宙的某一形态，而不是整个宇宙，也不是“宇宙的终极”。这正是宇宙的无限性。

在人们认识宇宙的过程中，经常有人对整个宇宙提出各种各样的模型，描绘形形色色的“宇宙图象”。这种从整体的角度来研究宇宙的结构和演化的学科叫做“宇宙学”。它也是天文学的一个分支。总星系的结构或演化是宇宙学研究的重要对象。自 1914 年以来，不少天文学家陆续发现，星系的谱线普遍具有系统的向红端移动的现象，这说明总星系在不断地均匀地膨胀着。为了解释这种现象，有些天文学家提出，在 200 亿年以前，一次宇宙“大爆炸”形成了今天的总星系，这称为“大爆炸宇宙学”。另外一些人认为，总星系是由更大的系统坍缩后形成的。这些学说都能在不同程度上解释不少观测事实。但是，仍有

不同的争议。进一步探索总星系的奥秘，促进人类对宇宙认识的更大飞跃，正是天文学家们义不容辞的职责！

200. 二十世纪六十年代以来，天文学上有哪些重大发现

人们一致认为六十年代天文学上的重大发现有四个。除了上面讲的脉冲星与类星体以外，还有两个是：在星际空间发现了有机分子云，发现了宇宙空间的各个方向上都有相当于3K的微波辐射。

以前人们认为，在充斥高能宇宙射线的星际空间，不可能有中性的分子存在。然而最近以来，天文学家通过射电方法发现了很多有机分子，有的甚至已经相当复杂，接近于氨基酸了，迄今已发现的分子有50来种。这项重大发现为探索生命起源、寻找“宇宙人”提供了重要线索。

宇宙空间的各向同性的微波辐射，打破了几千年来一直认为宇宙空间是“漆黑一团”的观点，证明宇宙空间也在发“光”发“热”。但是这个“光”是微波波段的电磁波，是看不见的光，这个“热”仅相当于温度为零下270°C的“热”。所以整个宇宙中不仅有一个个单个辐射天体，而且还存在着整个一大片连续

形式的辐射。这一发现，使我们对宇宙，特别是对宇宙辐射的认识大大推进了一步。

七十年代，天文学上取得了更大的进展，新的发现很多，但对于什么能称得上“重大”至今尚无一致的意见。然而不少天文学家认为：发现宇宙中的 γ 射线爆发，证实引力辐射存在阻尼，创立了“黑洞物理学”以及人类利用航天及空间技术大规模探测太阳系等，这都是七十年代天文学上影响深远的重大事件。